

Pflanzenschutzmitteluntersuchungen

Bei Abwasserreinigungsanlagen und Fliessgewässern im Kanton Thurgau in den Jahren 2005 und 2007

Abteilung Abwasser und Anlagensicherheit

und

Abteilung Gewässerqualität

Autoren

Dr. Beat Baumgartner

Heinz Ehmman

Oktober 2008

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	3
Tabellenverzeichnis	4
Zusammenfassung	5
1 Ausgangslage	7
2 Ziele der Untersuchungen 2005 und 2007	7
3 Untersuchungsprogramm	8
3.1 Untersuchungen bei Abwasserreinigungsanlagen	10
3.1.1 Untersuchungsergebnisse 2005	11
3.1.2 Untersuchungsergebnisse 2007	16
3.1.3 Interpretation der Ergebnisse 2005 und 2007	19
3.2 Fliessgewässeruntersuchungen	21
3.3 Untersuchungsergebnisse	23
3.3.1 Binnenkanal bei der ARA Müllheim	25
3.3.2 Chemebach	26
3.3.3 Au graben	28
3.3.4 Tobelbach / Beerenbach	30
3.3.5 Mooswiesenbach	31
3.3.6 Gilgraben	33
4 Schlussfolgerungen / Handlungsbedarf	35
Dank	36
Glossar	36

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1	Pflanzenschutzmittel-Konzentrationen im gereinigten Abwasser der ARA Frauenfeld	11
Abb. 2	Pflanzenschutzmittel-Konzentrationen im gereinigten Abwasser der ARA Matzingen	11
Abb. 3	Pflanzenschutzmittel-Konzentrationen im gereinigten Abwasser der ARA Müllheim	12
Abb. 4	Pflanzenschutzmittel-Konzentrationen im gereinigten Abwasser der ARA Niederholz	12
Abb. 5	Pflanzenschutzmittel-Konzentrationen im gereinigten Abwasser der ARA Pfyn	13
Abb. 6	Zeitlicher Verlauf der durchschnittlichen Pflanzenschutzmittel-Konzentrationen im gereinigten Abwasser der ARAs Frauenfeld, Matzingen, Müllheim, Niederholz	14
Abb. 7	Höchste gemessenen Pflanzenschutzmittel-Konzentrationen im gereinigten Abwasser der ARAs Frauenfeld, Matzingen, Müllheim, Niederholz und Pfyn	14
Abb. 8	Berechnete Metamitron-Tagesfrachten vom Ablauf der ARA Müllheim	15
Abb. 9	Pflanzenschutzmittel-Konzentrationen im gereinigten Abwasser von Wochensammelproben der ARA Müllheim	16
Abb. 10:	Pflanzenschutzmittel-Konzentrationen im gereinigten Abwasser von Wochensammelproben der ARA Pfyn	16
Abb. 11	Maximale Pflanzenschutzmittel-Konzentrationen im gereinigten Abwasser der ARA Müllheim	17
Abb. 12	Maximale Pflanzenschutzmittel-Konzentrationen im gereinigten Abwasser der ARA Pfyn	17
Abb. 13	Metamitronfrachten im gereinigten Abwasser der ARA Müllheim	18
Abb. 14	Metamitronfrachten im gereinigten Abwasser der ARA Pfyn	18
Abb. 15:	Vergleich der Abwassermengen mit den gefundenen Metamitronkonzentrationen bei der ARA Müllheim im April 2005	20
Abb. 16:	Vergleich der Abwassermengen mit den gefundenen Metamitronkonzentrationen bei der ARA Müllheim im April 2007	20
Abb. 17	Probenahmestellen der Pflanzenschutzmittel-Untersuchungen 2007	21
Abb. 18	Biologisch untersuchte Gewässerabschnitte	22
Abb. 19	Landwirtschaftliche Nutzung entlang der untersuchten Gewässerabschnitte	22
Abb. 20	Summe der Grenzwertüberschreitungen	23
Abb. 21	Pflanzenschutzmittel-Konzentrationen im Binnenkanal rechts oberhalb der ARA Müllheim	25
Abb. 22	Pflanzenschutzmittel-Konzentrationen im Binnenkanal rechts unterhalb der ARA Müllheim	26
Abb. 23	Pflanzenschutzmittel-Konzentrationen im Chemebach oberhalb der ARA Kemmental	27
Abb. 24	BMWP-Index Oberlauf Chemebach	27
Abb. 25	BMWP-Index Unterlauf Chemebach	28
Abb. 26	Pflanzenschutzmittel-Konzentrationen im Augrabens;	29
Abb. 27	BMWP-Index Augrabens	29

4/36

Abb. 28	Pflanzenschutzmittel-Konzentrationen im Tobelbach;	30
Abb. 29	BMWP-Index Tobelbach / Beerenbach	31
Abb. 30	Pflanzenschutzmittel-Konzentrationen im Mooswiesenbach	32
Abb. 31	BMWP-Index Mooswiesenbach	32
Abb. 32	Pflanzenschutzmittel-Konzentrationen im Gilgraben	33
Abb. 33	BMWP-Index Gilgraben	34

Tabellenverzeichnis

Tab. 1	Pflanzenschutzmittel, auf die 2005 und 2007 untersucht wurde	9
Tab. 2:	Hauptsächliche landwirtschaftliche bzw. gartenbauliche Nutzungen im Einzugsgebiet der ausgewählten ARAs	10
Tab. 3:	Resultate der Pflanzenschutzmittel-Untersuchungen in den Fliessgewässern 2007	24

Zusammenfassung

Untersuchungen 2005

Im Jahre 2005 wurden die gereinigten Abwässer der Abwasserreinigungsanlagen (ARA) Frauenfeld, Matzingen, Müllheim, Niederholz (Kesswil) und Pfyn auf verschiedene Pflanzenschutzmittel (PSM) untersucht. Die Auswahl der ARAs und der PSM erfolgte in Absprache mit dem Bildungs- und Beratungszentrum Arenenberg. Von den 18 untersuchten PSM konnten 10 nachgewiesen werden. Die höchsten Pflanzenschutzmittelkonzentrationen wurden bei der ARA Müllheim gemessen (Atrazin 13.4 µg/L und Metamitron 273 µg/L).

Untersuchungen 2007

Aufgrund der Resultate des Jahres 2005 wurde im Jahre 2007 eine erweiterte PSM-Untersuchungskampagne gestartet. Neben den Abwässern der ARAs Müllheim und Pfyn wurden auch verschiedene Fliessgewässer in die Untersuchung mit einbezogen. Die Fliessgewässer wurden einerseits auf PSM untersucht, andererseits wurde bei gewissen Abschnitten auch eine biologische Gewässerbeurteilung vorgenommen (s. Abb. 17 und Abb. 18). Ziel der kombinierten Gewässeruntersuchung war es, abzuklären, ob das PSM-Vorkommen in den Gewässern die Menge der Wasserlebewesen oder die Artenvielfalt negativ beeinflusst. Die Abwässer und Fliessgewässer wurden auf 44 PSM untersucht.

Abwasserreinigungsanlagen Müllheim und Pfyn

Die ARA-Untersuchungen des Jahres 2007 bestätigten diejenigen vom 2005. In den ARA-Abwässern wurden z.T. erneut hohe PSM-Konzentrationen gemessen. Bei der ARA Müllheim wurden von 44 untersuchten PSM deren 26 und bei der ARA Pfyn deren 23 nachgewiesen. Die höchsten Werte wurden wiederum bei der ARA Müllheim gefunden (z.B. Metamitron 169 µg/L, Metolachlor 45 µg/L). Aus dem Vergleich der gemessenen Metamitronkonzentrationen, den Abwassertagesmengen bei der ARA Müllheim und den Stoffeigenschaften von Metamitron und Ethofumesat bzgl. dem Auswaschverhalten im Boden lässt sich ableiten, dass Metamitron im Jahr 2005 und 2007 auf zwei unterschiedlichen Wegen zur ARA gelangte.

- Im Jahr 2005 stellten Drainageleitungen, die an die Schmutzwasserkanalisation angeschlossen sind den Haupteintragspfad dar. Von solchen Drainageleitungen konnte ausgewaschenes Metamitron direkt zur ARA gelangen.
- Im Jahr 2007 stellten Hofplatzentwässerungen, die an die Schmutzwasserkanalisation angeschlossen sind und auf welchen Spritzgeräte mit Metamitronrückständen gereinigt wurden, den Haupteintragspfad dar.

6/36

Fliessgewässer

Die untersuchten Bäche wiesen sehr unterschiedliche Belastungen durch Pflanzenschutzmittel auf.

Beim Au graben wurde der Grenzwert für PSM von 0.1 µg/Liter nur einmal überschritten. Beim Chemebach oberhalb der ARA Kemmental wurden jedoch 50 Grenzwertüberschreitungen gemessen (s. Abb. 20). Am meisten Grenzwertüberschreitungen wurden durch das Herbizid Metolachlor verursacht (in 35 % aller Proben). Dahinter folgen zwei weitere Herbizide Atrazin und Metamitron mit einer Überschreitung in 31 % aller Proben. Bei den genannten Spitzenreitern lagen die Konzentrationen teilweise in einem so hohen Bereich, dass sie zu einer Schädigung von Wasserlebewesen führen (s. Tab. 3, chronische Toxizität). Bezüglich der Toxizität für Wasserlebewesen sind jedoch insbesondere die gefundenen Belastungen durch das Insektizid Diazinon bedenklich. In rund 25 % aller Proben wurde der Wert für die chronische Toxizität überschritten.

Der Vergleich der Resultate aus den PSM- und den biologischen Untersuchungen lässt den Schluss zu, dass die tierischen Kleinlebewesen der Gewässer durch Pflanzenschutzmittel geschädigt werden.

Massnahmen zur Reduktion des Pflanzenschutzmitteleintrags in ARAs resp. in Fliessgewässer

Der Eintrag via Hofplatzentwässerungen infolge unsachgemässer Reinigung von PSM-Spritzgeräten kann und muss unterbunden werden. Die Landwirte sind mit Hilfe einer Aufklärungskampagne über die korrekte Reinigung von Spritzgeräten aufzuklären. Einträge via Drainageleitungen sind schwieriger in den Griff zu bekommen. Ein Abhängen der Drainagen von der Schmutzwasserkanalisation würde zwar den Eintrag bei der ARA, aber kaum die PSM-Belastung im Gewässer reduzieren. Der Eintrag würde dann von den Drainagen direkt ins Gewässer erfolgen. Es ist mit der Landwirtschaftsseite zu diskutieren, welche Möglichkeiten zur Verlustverminderung bestehen. Neben der Landwirtschaft gelangen auch von Privathaushalten (Haus- und Schrebergärten) PSM in die Fliessgewässer. Die Gartenbesitzer sind ebenfalls mit Hilfe einer Aufklärungskampagne über den sachgerechten Einsatz und die sachgerechte Entsorgung von PSM zu informieren.

7/36

1 Ausgangslage

Im Unterschied zu anderen Kantonen wurden die gereinigten Abwässer von Abwasserreinigungsanlagen (ARA) und die Fliessgewässer im Kanton Thurgau bis zum Jahr 2005 noch nie auf das Vorkommen von Pflanzenschutzmitteln (PSM) untersucht. Abklärungen in anderen Kantonen und in Baden-Württemberg haben gezeigt, dass PSM direkt oder mit dem gereinigten ARA-Abwasser in die Gewässer gelangen können. Über die Bedeutung der beiden Eintragspfade gibt es unterschiedliche Aussagen. Nach Untersuchungen im Kanton Bern und in Deutschland gelangt ein grosser Teil der PSM mit dem Abwasser von ARAs in die Gewässer. Die EAWAG, Dübendorf geht jedoch davon aus, dass der Hauptteil direkt, z.B. via Drainageleitungen in die Gewässer gelangt. Die Frage bezüglich den Eintragspfaden ist wichtig, weil je nach Pfad andere Massnahmen erwogen werden müssen, um die Belastung der Gewässer mit PSM zu reduzieren.

Die uns bekannten Untersuchungen zu PSM-Gewässerbelastungen beschränkten sich bis heute darauf, abzuklären, welches mögliche Belastungsquellen und wie hoch die PSM-Konzentrationen im Gewässer sind. Offen blieb jedoch jeweils die Frage, ob ein Zusammenhang zwischen der gemessenen PSM-Belastung und der biologischen Gewässerqualität besteht.

2 Ziele der Untersuchungen 2005 und 2007

Um die offenen Fragen bezüglich dem Vorkommen von PSM in den Thurgauer Fliessgewässern, den Eintragspfaden in die Gewässer und einer möglichen Beeinträchtigung der biologischen Gewässerqualität zu klären, wurden in den Jahren 2005 und 2007 umfangreiche Untersuchungen durchgeführt. Ziel der Untersuchungen war es, nach Möglichkeit folgende Fragen zu klären:

1. Welche PSM kommen, in welchen Konzentrationen im gereinigten ARA-Abwasser bzw. den untersuchten Fliessgewässern vor?
2. Sind die im ARA-Abwasser bzw. im Fliessgewässer nachgewiesenen PSM von der landwirtschaftlichen Nutzung im Untersuchungsgebiet abhängig?
3. Wie gelangen PSM in die Fliessgewässer bzw. zu den ARAs?
4. Sind Abhängigkeiten zwischen den PSM-Belastungen und der biologischen Gewässerqualität bei den untersuchten Fliessgewässern erkennbar?
5. Welche Möglichkeiten gibt es, um die Belastung der Fliessgewässer mit PSM zu reduzieren?

3 Untersuchungsprogramm

Von Anfang April bis Ende Oktober 2005 wurden die gereinigten Abwässer der ARAs Frauenfeld, Matzingen, Müllheim, Niederholz (Kesswil) und Pfyn auf Pflanzenschutzmittel untersucht. Aufgrund der Resultate bei den ARAs Müllheim und Pfyn, wurden im Jahr 2007 bei diesen ARAs und bei Fliessgewässern in ihrem Einzugsgebiet umfangreiche PSM-Untersuchungen durchgeführt. Zusätzlich zu diesen chemischen Untersuchungen wurden im Chemebach, Aufragen, Beeren-/Tobelbach, Mooswiesenbach und Gilgraben noch biologische Gewässeruntersuchungen durchgeführt¹. Die Pflanzenschutzmittel, auf die in den Jahren 2005 und 2007 untersucht wurde, sind in Tab. 1 aufgeführt.

¹ Makrozoobenthos (BMWP-Index)

Stoffname	Anwendung	Wirkstoffart	Stoffname	Anwendung	Wirkstoffart
Alachlor	Feldbau	Herbizid	Malathion	Obst und Beeren	Insektizid
Atrazin	Feldbau vor allem Mais	Herbizid	Metalaxyl	Feldbau u.a. Kartoffeln und Gemüsebau	Fungizid
Desethylatrazin	Abbauprod. von Atrazin		Metamitron	Feldbau vor allem Zuckerrüben	Herbizid
Desisopropylatrazin	Abbauprod. von Atrazin		Metazachlor	Feldbau vor allem Raps	Herbizid
Chlortoluron	Feldbau (Getreide)	Herbizid	Methabenzthiazuron	Feldbau	Herbizid
Chlorpyrifos	Gemüsebau	Insektizid	Metobromuron	Feldbau, Kartoffeln	Herbizid
Cyanazin	Feldbau, Kartoffeln	Herbizid	Metolachlor	Feldbau u.a. Mais, Zuckerrüben	Herbizid
Cypermethrin	Einsatz in Privathaushalten	Insektizid	Metoxuron	Feldbau	Herbizid
DEET	Insektenschutz (Mückenschutz)	Repellent	Monolinuron	Feldbau und Ziergehölze	Herbizid
Diazinon	Feldbau, Gemüsebau, Obstbau, Gärten	Insektizid	Oxadixyl	Feldbau u.a. Kartoffeln	Fungizid
Dichlobenil	Beerenbau, forstliche Pflanzgärten, Gärten, Blackengranulat	Herbizid	Penconazol	Obst- und Beerenbau Hausgärten	Fungizid
2,6 Dichlorbenzamid	Abbauprod. von Dichlobenil		Pendimethalin	Vor allem Feldbau	Herbizid
Dimethachlor	Feldbau	Herbizid	Permethrin	Feldbau, Gemüsebau, Hausgärten	Insektizid
Dimethenamid	Feldbau u.a. Mais	Herbizid	Pirimicarb	Obstbau, Gemüsebau, Hausgärten	Insektizid
Dimethoat	Obst und Beeren, Feldbau, Gemüsebau, Hausgärten	Insektizid	Propachlor	Gemüsebau, Ziergehölz	Herbizid
Diuron	Obstbau, Spargeln	Herbizid	Propazin	Nicht mehr verwendet	Herbizid
Ethofumesat	Feldbau, Zucker- und Futterrüben	Herbizid	Propiconazol	Feldbau u.a. Zuckerrüben und Holzschutzmittel	Fungizid
Fenpropimorph	Feldbau u.a. Zuckerrüben	Fungizid	Sebutylazin	Nicht mehr verwendet	Herbizid
Hexazinon	Nicht mehr verwendet	Herbizid	Simazin	Feldbau u.a. Mais sowie Obst- und Beerenbau	Herbizid
Irgarol_1051	Antifouling	Algizid	Terbutam	Raps	Herbizid
Isoproturon	Feldbau, vor allem Getreide	Herbizid	Terbutylazin	Feldbau vor allem Mais, Obstbau	Herbizid
Linuron	Feld- und Gemüsebau	Herbizid	Terbutryn	Feldbau u.a. Kartoffeln	Herbizid

Tab. 1 Pflanzenschutzmittel, auf die 2005 und 2007 untersucht wurde (braun = 2005 und 2007, hellblau = nur 2007), insgesamt 44 Substanzen

3.1 Untersuchungen bei Abwasserreinigungsanlagen

Von Anfang April bis Ende Oktober 2005 wurde das gereinigte Abwasser der ARAs Frauenfeld, Matzingen, Müllheim, Niederholz (Kesswil) und Pfyn auf die in Tab. 1 braun markierten Pflanzenschutzmittel untersucht. Die ARAs wurden aufgrund ihrer Einzugsgebiete in Absprache mit dem Bildungs- und Beratungszentrum Arenenberg ausgewählt, siehe Tab. 2. Die Proben wurden als 14-Tages-Sammelproben erhoben. Aufgrund der Resultate bei den ARAs Müllheim und Pfyn wurden deren gereinigte Abwässer im Jahre 2007 erneut beprobt, diesmal wurden 7-Tages-Sammelproben erhoben. Die im Jahr 2007 untersuchten Pflanzenschutzmittel sind in der Tab. 1 aufgeführt.

ARA	Anbau
Pfyn	Ackerbau
Müllheim	Ackerbau, Gemüse
Niederholz (Kesswil)	Gemüse, Gärtnerei, Obst, Beeren
Matzingen	Ackerbau
Frauenfeld	"städtisches" Einzugsgebiet (Schrebergärten etc.)

Tab. 2: Hauptsächliche landwirtschaftliche bzw. gartenbauliche Nutzungen im Einzugsgebiet der ausgewählten ARAs

3.1.1 Untersuchungsergebnisse 2005

Die Resultate der Pflanzenschutzmittel-Untersuchungen vom gereinigten Abwasser der ARAs Frauenfeld, Matzingen, Müllheim, Niederholz (Kesswil) und Pfyn sind in den Abb. 1 bis Abb. 8 aufgeführt.

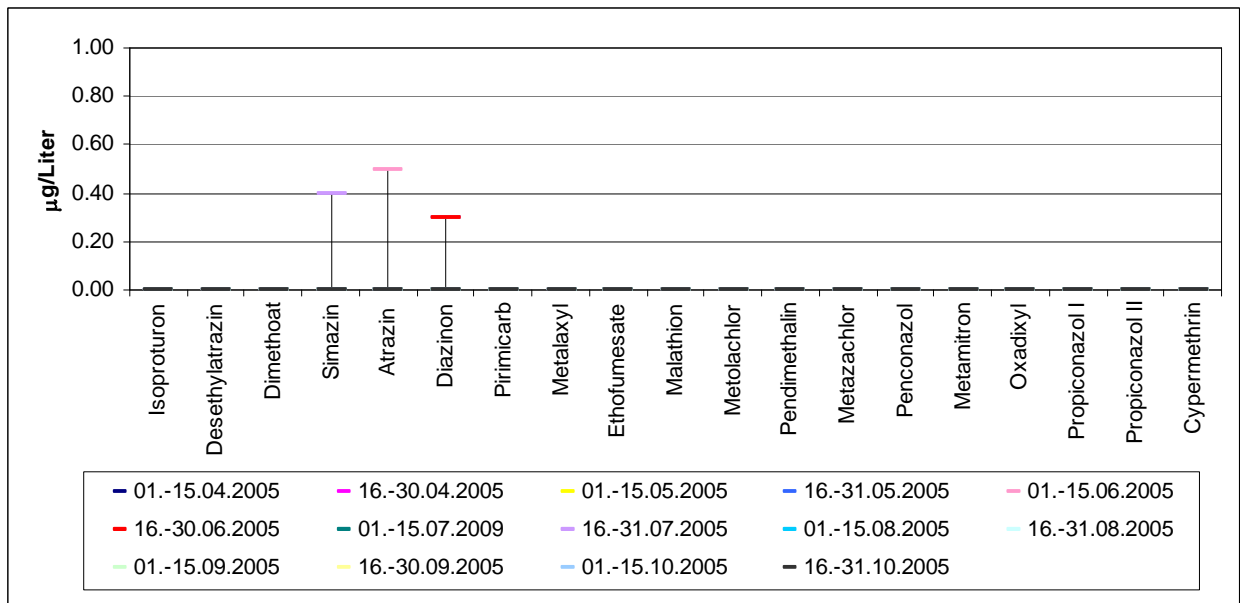


Abb. 1 Pflanzenschutzmittel-Konzentrationen im gereinigten Abwasser der ARA Frauenfeld (Einzugsgebiet eher städtisch mit Schrebergärten)

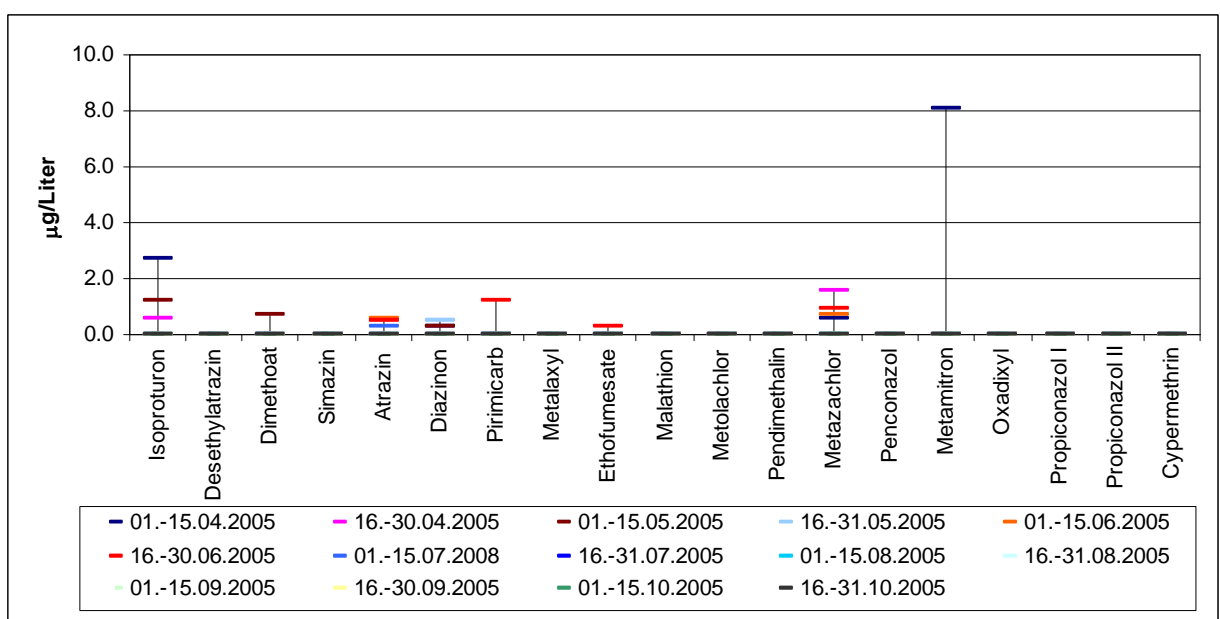


Abb. 2 Pflanzenschutzmittel-Konzentrationen im gereinigten Abwasser der ARA Matzingen (Einzugsgebiet eher Ackerbau)

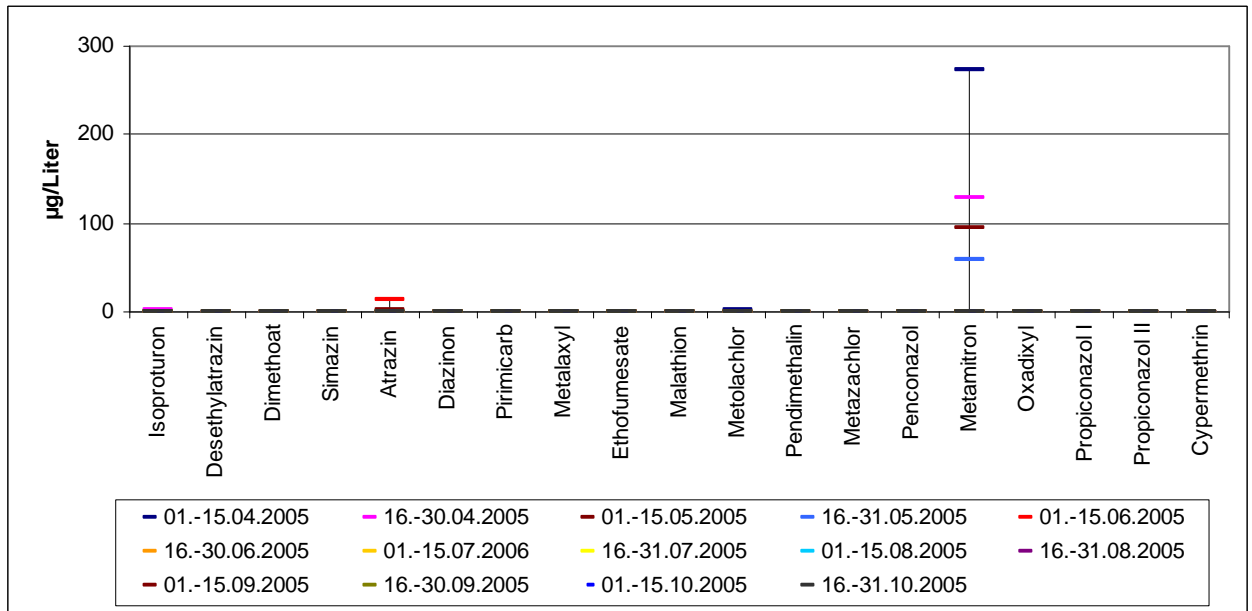


Abb. 3 Pflanzenschutzmittel-Konzentrationen im gereinigten Abwasser der ARA Müllheim (Einzugsgebiet eher Ackerbau und Gemüse)

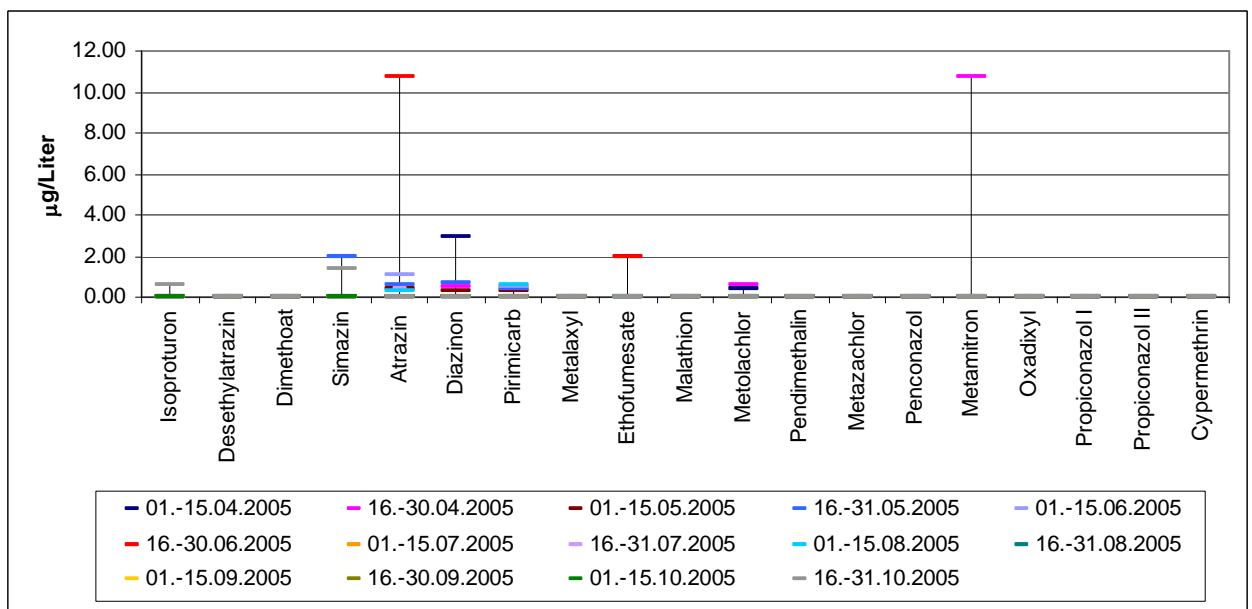


Abb. 4 Pflanzenschutzmittel-Konzentrationen im gereinigten Abwasser der ARA Niederholz, Kesswil (Einzugsgebiet eher Gemüse, Gärtnereien, Obst- und Beerenanbau)

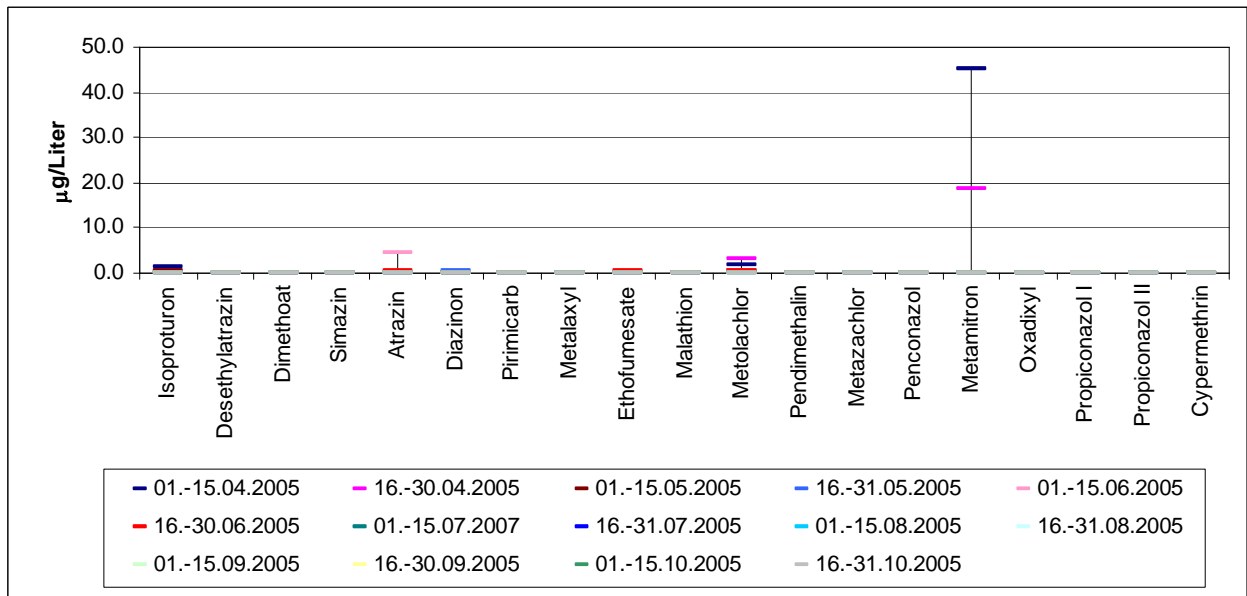


Abb. 5 Pflanzenschutzmittel-Konzentrationen im gereinigten Abwasser der ARA Pfyn (Einzugsgebiet eher Ackerbau)

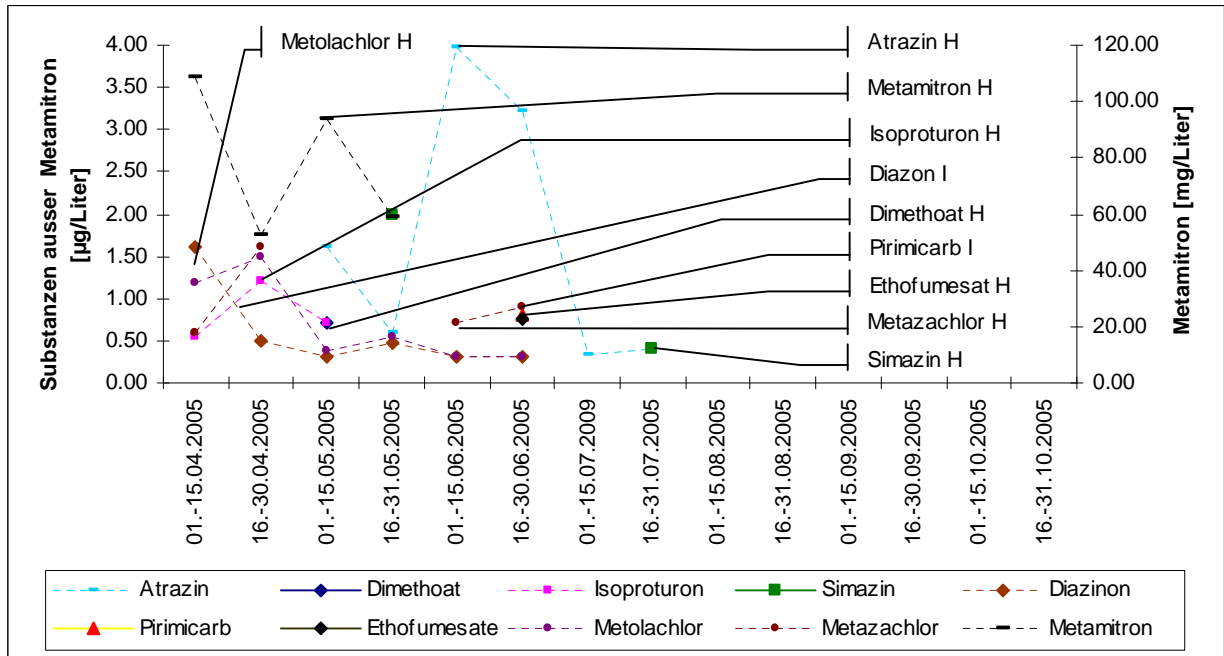


Abb. 6 Zeitlicher Verlauf der durchschnittlichen Pflanzenschutzmittel-Konzentrationen im gereinigten Abwasser der ARAs Frauenfeld, Matzingen, Müllheim, Niederholz (Kesswil) und Pfyn (14-Tages-Sammelproben, H = Herbizid, I = Insektizid)

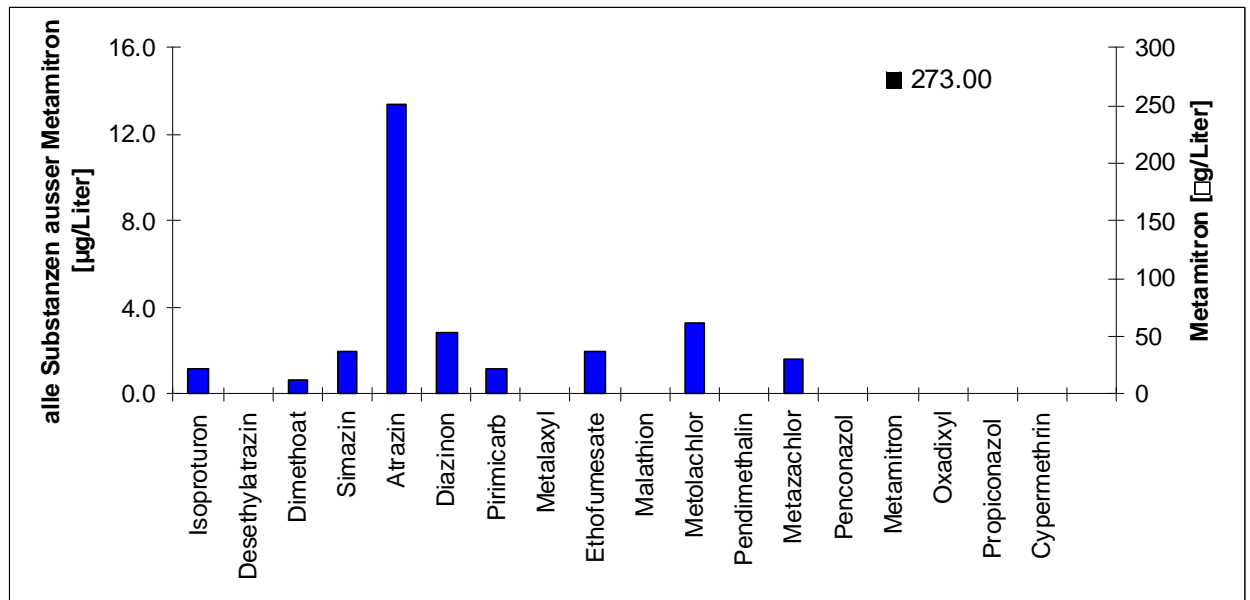


Abb. 7 Höchste gemessenen Pflanzenschutzmittel-Konzentrationen im gereinigten Abwasser der ARAs Frauenfeld, Matzingen, Müllheim, Niederholz (Kesswil) und Pfyn

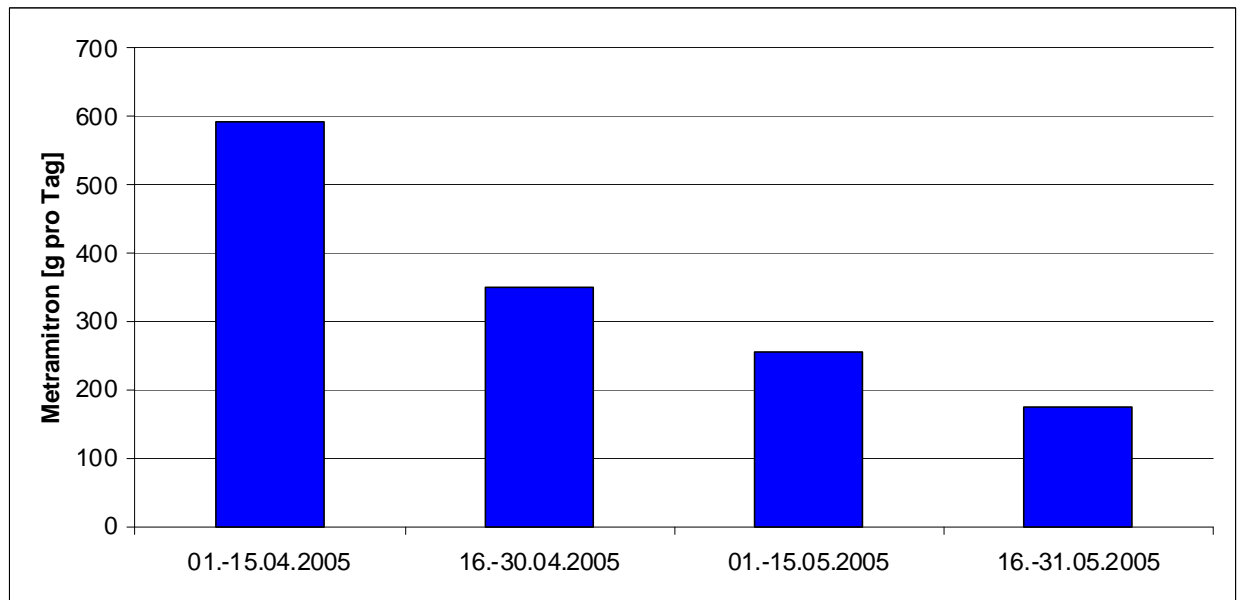


Abb. 8 Berechnete Metramitron-Tagesfrachten vom Ablauf der ARA Müllheim (April und Mai 2005)
Die Frachten wurden mit Hilfe der Metramitron-Konzentrationen der 14-Tages-Sammelproben und den durchschnittlichen Tages-Abflussmengen der ARA Müllheim berechnet

3.1.2 Untersuchungsergebnisse 2007

Die Resultate der Pflanzenschutzmittel-Untersuchungen vom gereinigten Abwasser der ARAs Müllheim und Pfn sind in den Abb. 9 bis Abb. 12 aufgeführt.

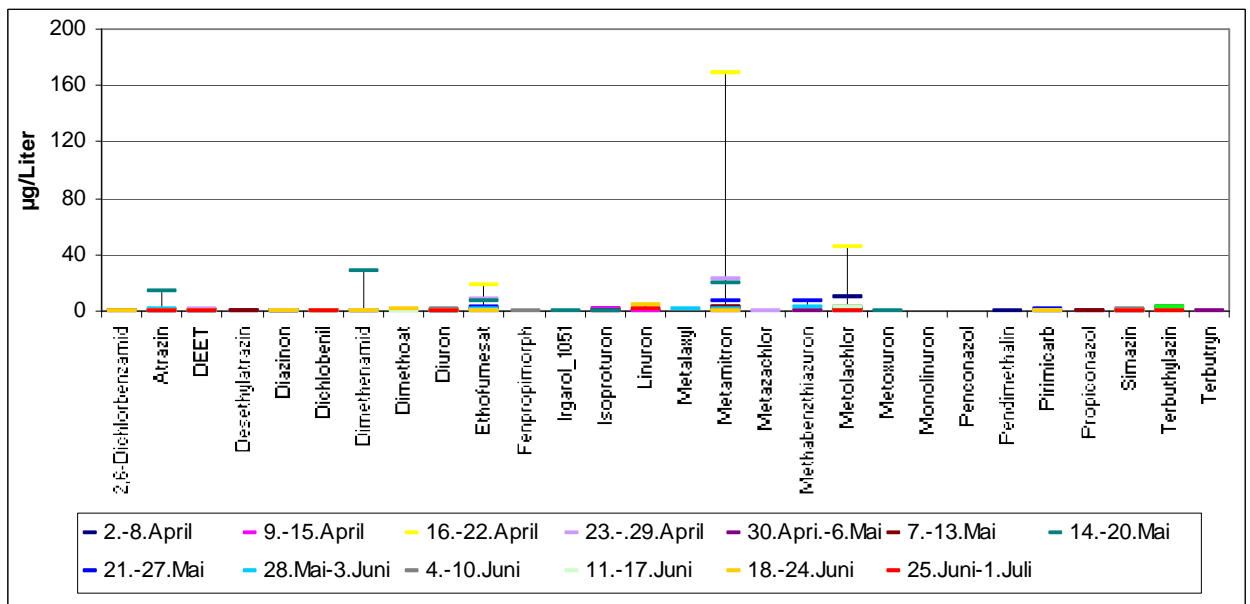


Abb. 9 Pflanzenschutzmittel-Konzentrationen im gereinigten Abwasser von Wochensammelproben der ARA Müllheim

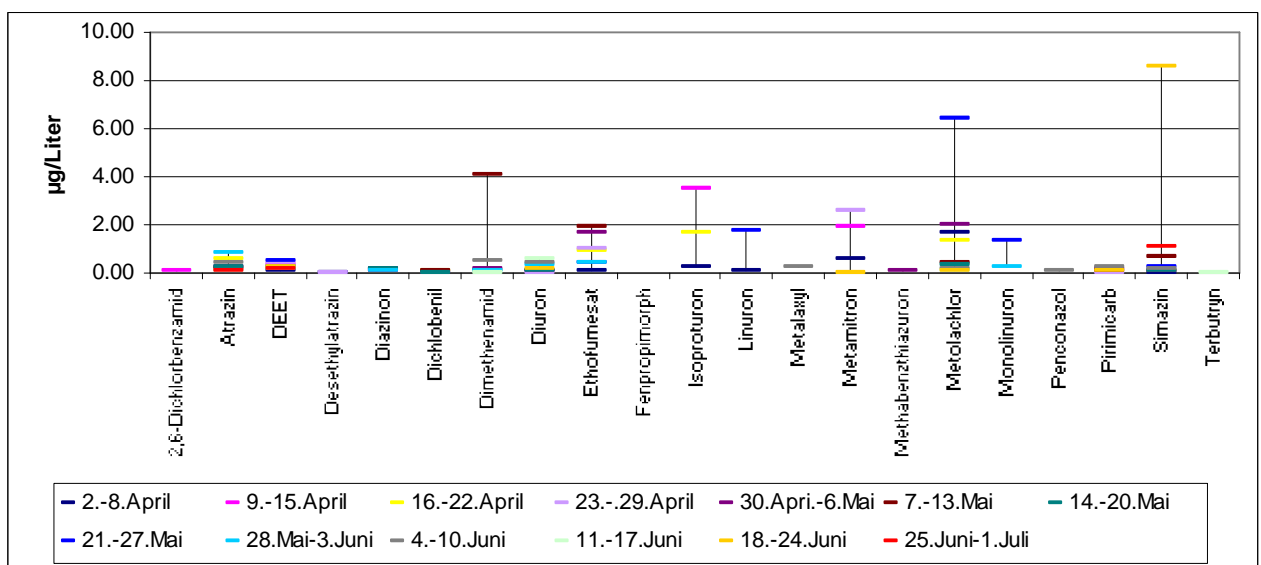


Abb. 10: Pflanzenschutzmittel-Konzentrationen im gereinigten Abwasser von Wochensammelproben der ARA Pfn

17/36

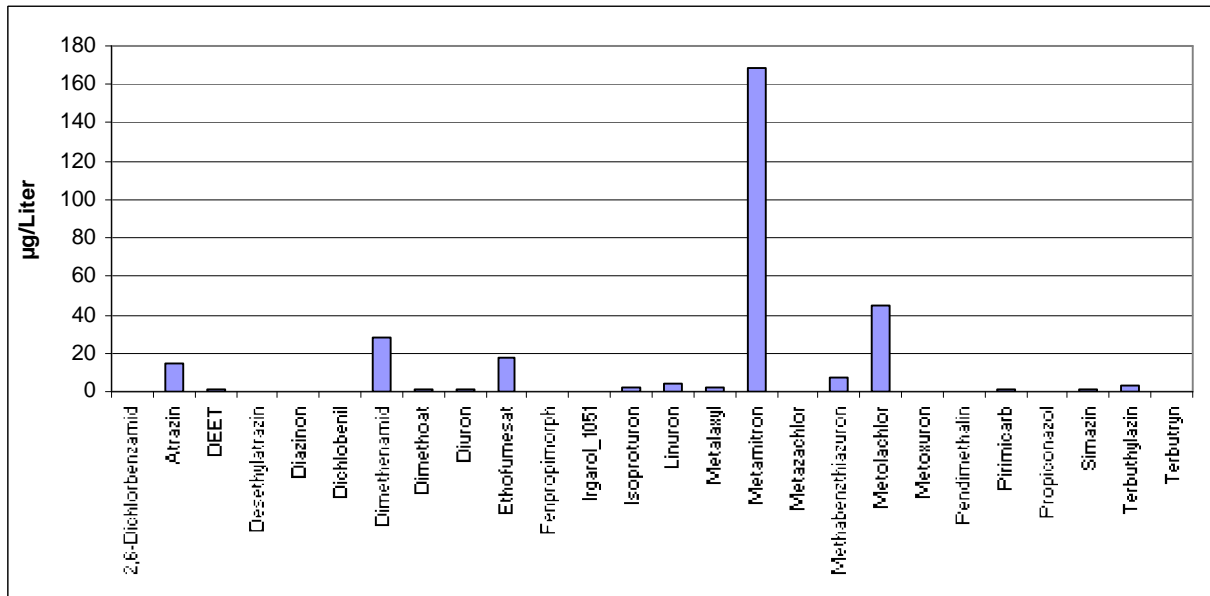


Abb. 11 Maximale Pflanzenschutzmittel-Konzentrationen im gereinigten Abwasser der ARA Müllheim (Wochensammelproben, Beprobungsperiode von Anfang April bis Ende Juli 2007)

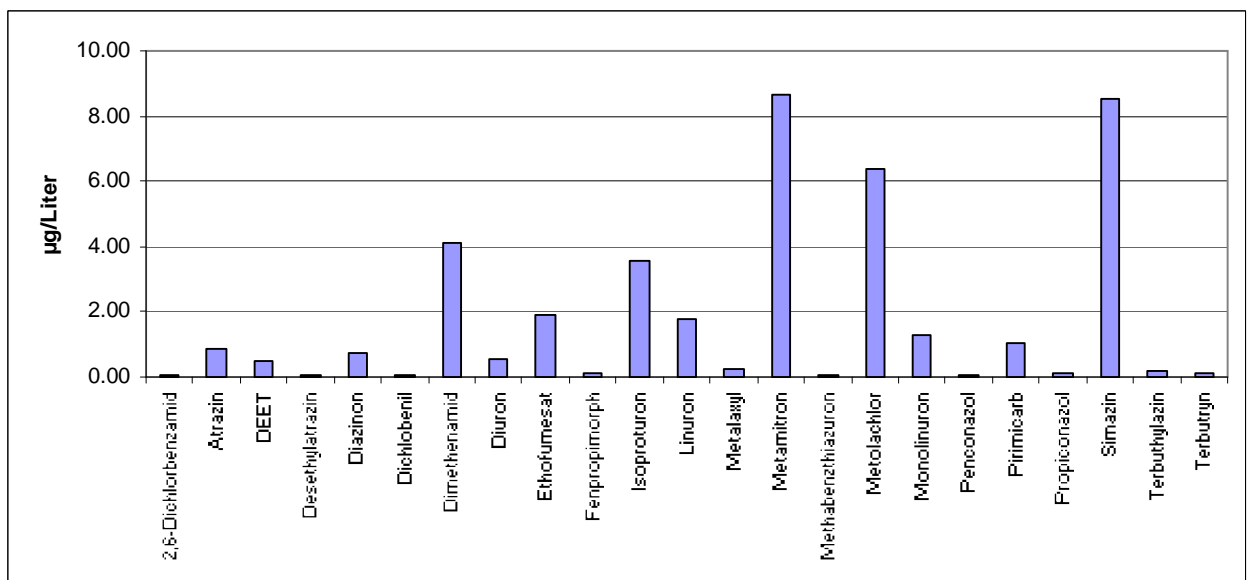


Abb. 12 Maximale Pflanzenschutzmittel-Konzentrationen im gereinigten Abwasser der ARA Pfy (Wochensammelproben, Beprobungsperiode von Anfang April bis Ende Juli 2007)

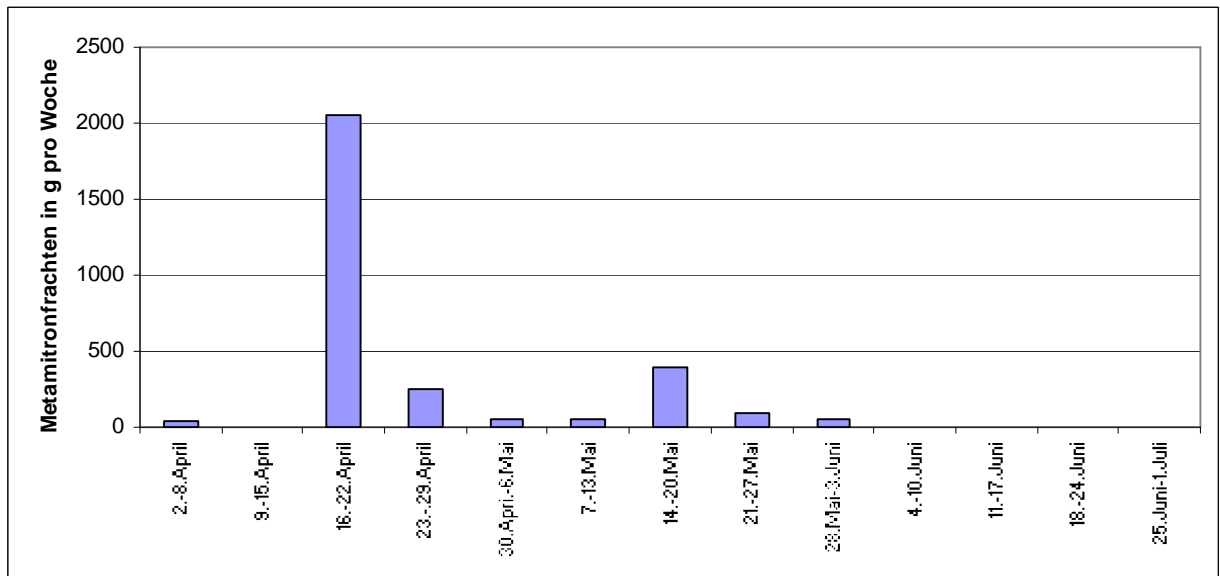


Abb. 13 Metamitronfrachten im gereinigten Abwasser der ARA Müllheim

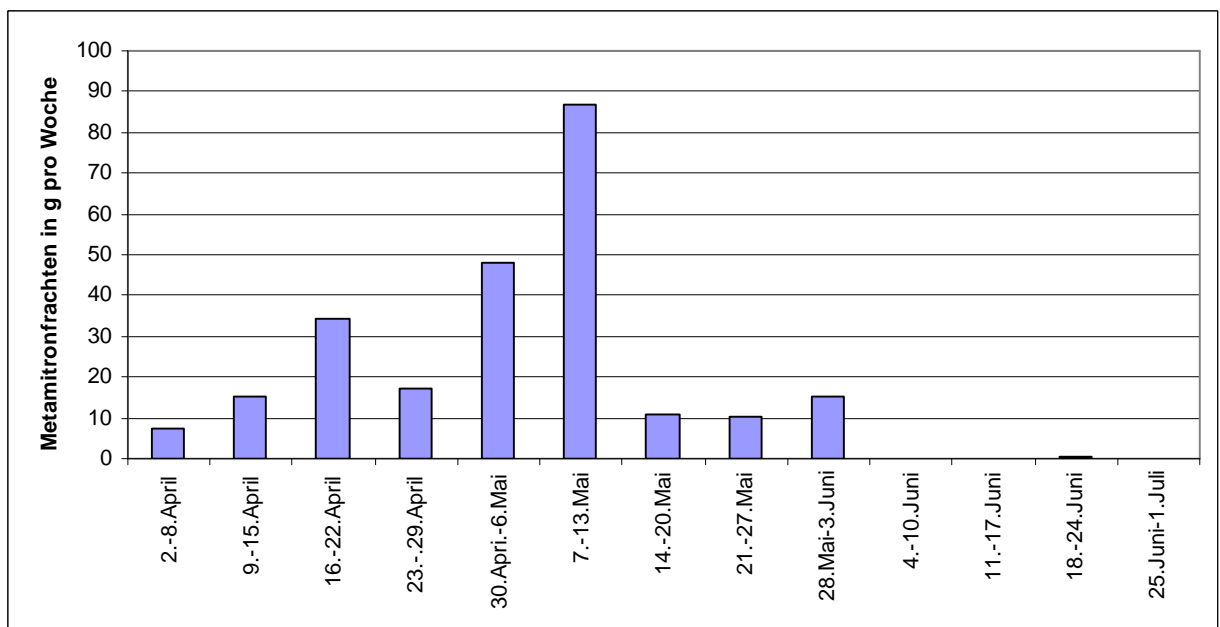


Abb. 14 Metamitronfrachten im gereinigten Abwasser der ARA Pfyn

3.1.3 Interpretation der Ergebnisse 2005 und 2007

Von den im Jahr 2005 untersuchten 18 PSM konnten insgesamt 10 und von den im Jahr 2007 untersuchten 44 PSM konnten 26 (Müllheim 26, Pfyn 23) nachgewiesen werden. Bei den untersuchten ARAs fällt vor allem die ARA Müllheim mit sehr hohen Atrazin-, Dimethenamid-, Ethofumesat-, Metamitron- und Metolachlorkonzentrationen auf. Atrazin, Dimethenamid und Metolachlor werden im Maisanbau, Ethofumesat und Metamitron im Zuckerrübenbau eingesetzt.

Pflanzenschutzmittel können via Hofplatzentwässerungen oder via an die Kanalisation angeschlossene Drainageleitungen zu einer ARA gelangen. Untersuchungen im Kanton Bern und in Baden-Württemberg haben gezeigt, dass die Entsorgung von Spritzbrüherestmengen via Hofplatzentwässerungen den Hauptteil der ARA-Belastungen ausmacht. Um abzuschätzen, welcher Eintragspfad für die ARA Müllheim von Bedeutung sein könnte, wurden die Tages-Abwassermengen der ARA mit den in den verschiedenen Untersuchungsperioden gefundenen Metamitronkonzentrationen verglichen. Die im Jahr 2005 gefundenen hohen Metamitronkonzentrationen stimmen mit den erhöhten Abwassermengen bei der ARA Müllheim überein (Regen im Einzugsgebiet der ARA). Metamitron könnte somit mit dem Regenwasser in Drainageleitungen ausgewaschen und dann von den Zuckerrübenfeldern zur ARA Müllheim gelangt sein (s. Abb. 15). Der Befund für das Jahr 2007 deckt sich jedoch nicht mit demjenigen für das Jahr 2005. Im Jahr 2007 wurden die höchsten Metamitronkonzentrationen in einer Periode gefunden, in der die Abwassermengen gering waren (kein Regen im Einzugsgebiet der ARA). Im Jahr 2007 gelangte Metamitron somit nicht via Drainageleitungen, sondern via Entwässerungsschächte zur ARA (s. Abb. 16).

Dass im Jahr 2007 der Eintrag zur ARA Müllheim im Unterschied zu 2005 nicht via Drainagen erfolgte, lässt sich einerseits auch aufgrund der Stoffeigenschaften von Ethofumesat und Metamitron (kommen beide in einem Kombipräparat vor) und dem zeitlichen Metamitron eintrag bei der ARA im 2005 und im 2007 erhärten. Bei den Untersuchungen im Jahr 2005 konnten hohe Metamitronkonzentrationen jedoch fast kein Ethofumesat nachgewiesen werden. Dies lässt sich dadurch erklären, dass Ethofumesat besser im Boden zurückgehalten und somit weniger mit dem Regenwasser in Drainageleitungen ausgewaschen wird. Im Jahr 2007 wurden Metamitron und Ethofumesat in einem Verhältnis in den Abwasserproben nachgewiesen, das ungefähr demjenigen im Anwendungspräparat entspricht. Andererseits erstreckte sich der Metamitron eintrag im Jahr 2005 im Unterschied zum Jahr 2007 über eine längere Zeitperiode (Niederschlag, Auswaschung in die Drainagen und Transport zur ARA); die Frachten zur ARA nahmen auch sehr kontinuierlich ab („nachschiebendes Verhalten“, was zur Auswaschung passt, s. Abb. 8). Im Jahr 2007 gab es kurzfristige Stöße, die sich eher mit Punktbelastungen erklären lassen (Eintrag via Entwässerungsschächte, s. Abb. 13). Aufgrund der obigen Überlegungen muss davon ausgegangen werden, dass auch die Metamitron einträge zur ARA Niederholz (Kesswil) im Jahr 2005 via Entwässerungsschächte erfolgten (s. Abb. 4).

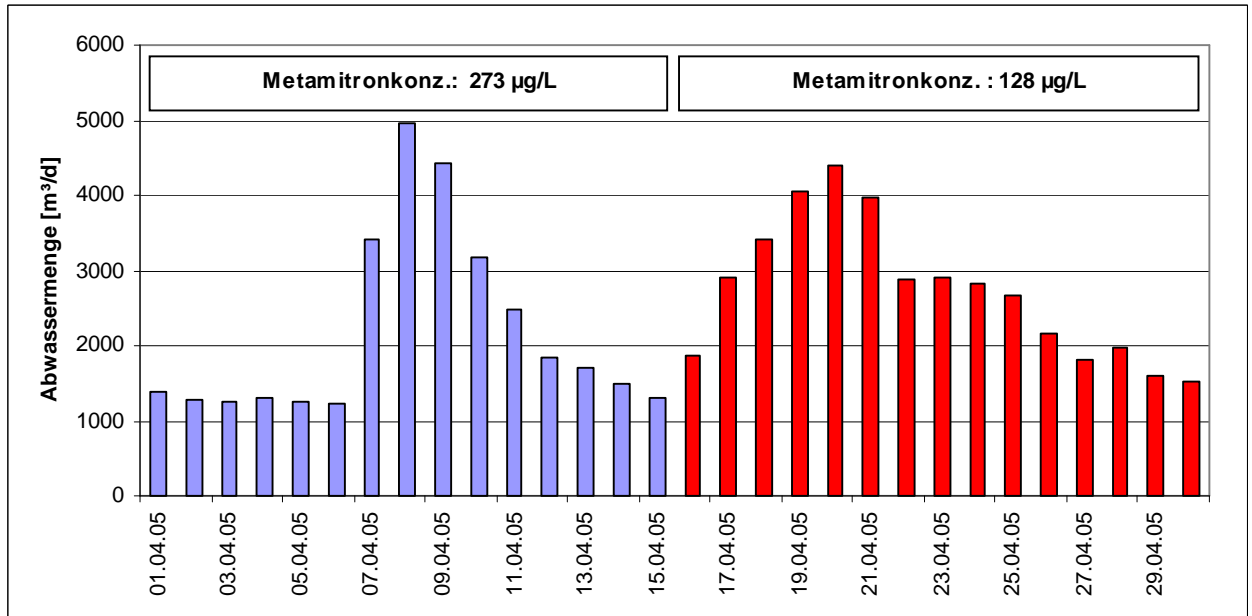


Abb. 15: Vergleich der Abwassermengen mit den gefundenen Metamitronkonzentrationen bei der ARA Müllheim im April 2005 (Metamitronkonzentrationen in den Abwassersammelproben vom 01.-15.04.05 bzw. 16.-30.04.05)

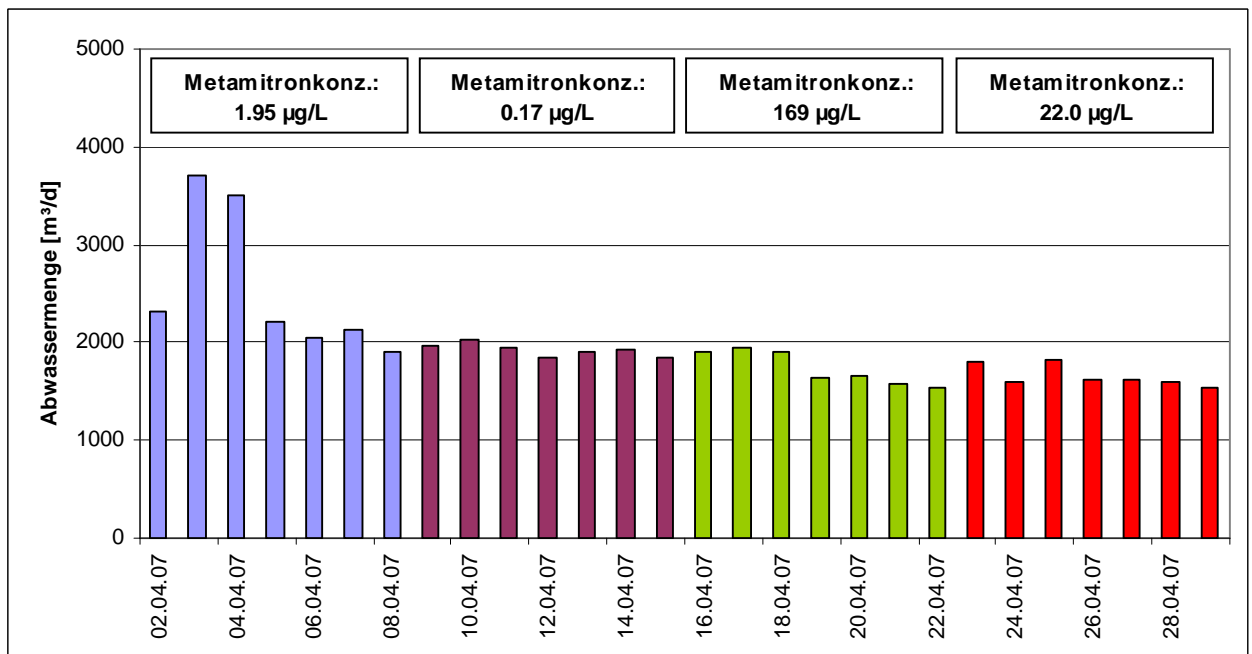


Abb. 16: Vergleich der Abwassermengen mit den gefundenen Metamitronkonzentrationen bei der ARA Müllheim im April 2007 (Metamitronkonzentrationen in den Abwassersammelproben vom 02.-08.04.07, 09.-15.04.07, 16.-22.04.07 bzw. 23.-29.04.07)

3.2 Fliessgewässeruntersuchungen

Im Jahre 2007 wurden bei Fliessgewässern im Einzugsgebiet der ARAs Müllheim und Pfyn neben chemischen Pflanzenschutzmittel-Untersuchungen auch biologische Untersuchungen durchgeführt. In Abb. 17 sind die Stellen für die Pflanzenschutzmittel-Beprobungen und in Abb. 18 die Gewässerabschnitte dargestellt, welche biologisch untersucht wurden. Die untersuchten Pflanzenschutzmittel sind in Tab. 1 braun und hellblau markiert. Die Methodik der biologischen Untersuchungen ist im Bericht von kaden und partner ag² beschrieben. Abb. 19 zeigt die landwirtschaftliche Nutzung entlang der untersuchten Gewässerabschnitte.

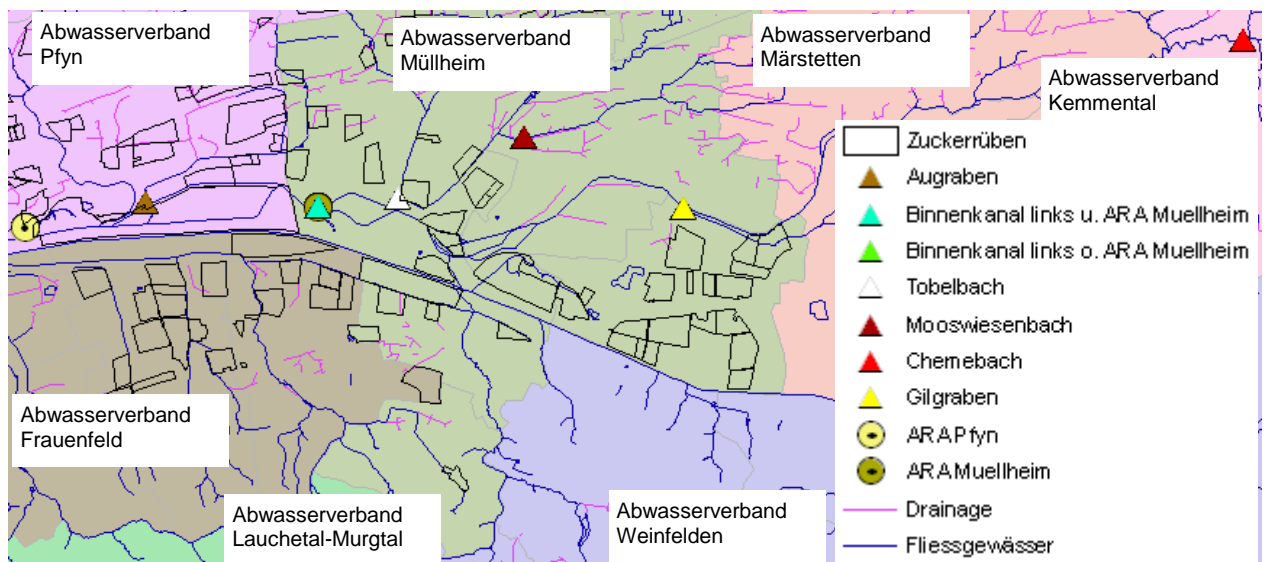


Abb. 17 Probenahmestellen der Pflanzenschutzmittel-Untersuchungen 2007

² kaden und partner ag (2007): Biologische Gewässerbeurteilung an verschiedenen Fliessgewässern im Kanton Thurgau

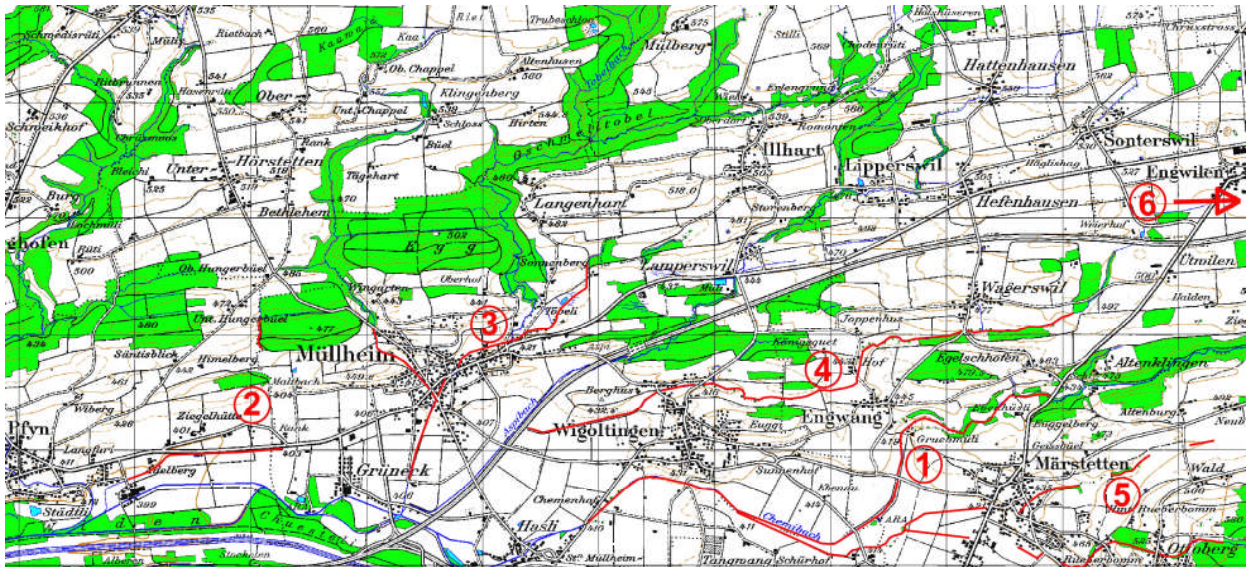


Abb. 18 Biologisch untersuchte Gewässerabschnitte (1 Chemebach Wigoltingen, 2 Augraben Pfyen, 3 Beeren-/Tobelbach Wigoltingen, 4 Mooswiesenbach Wigoltingen, 5 Gilgraben Märstetten, 6 Chemebach Kemmental)

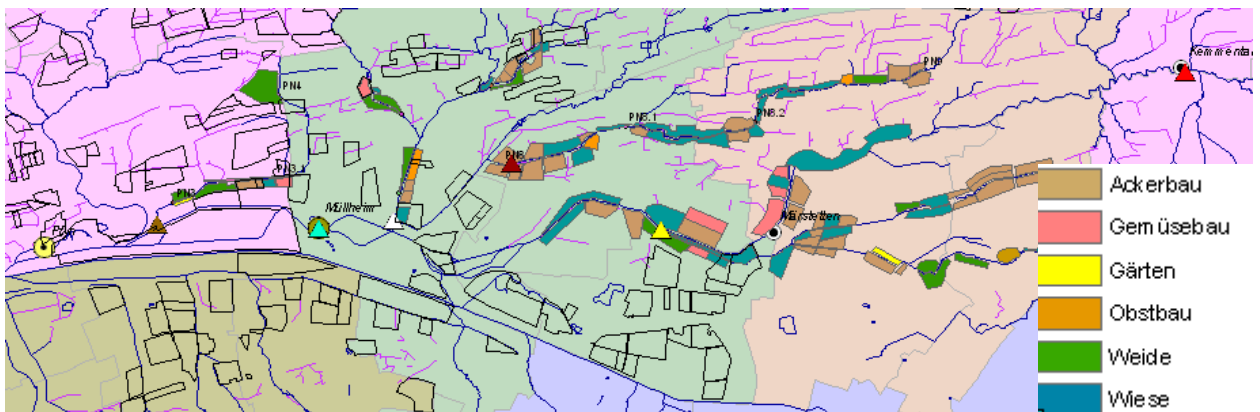


Abb. 19 Landwirtschaftliche Nutzung entlang der untersuchten Gewässerabschnitte (Bedeutung der Symbole und Linien siehe Abb. 17)

3.3 Untersuchungsergebnisse

Die Belastung der untersuchten Bäche war sehr unterschiedlich. Während es im Augraben nur zu einer Grenzwertüberschreitung kam, waren es im Chemebach während der Untersuchungsperiode deren 50 (s. Abb. 20).

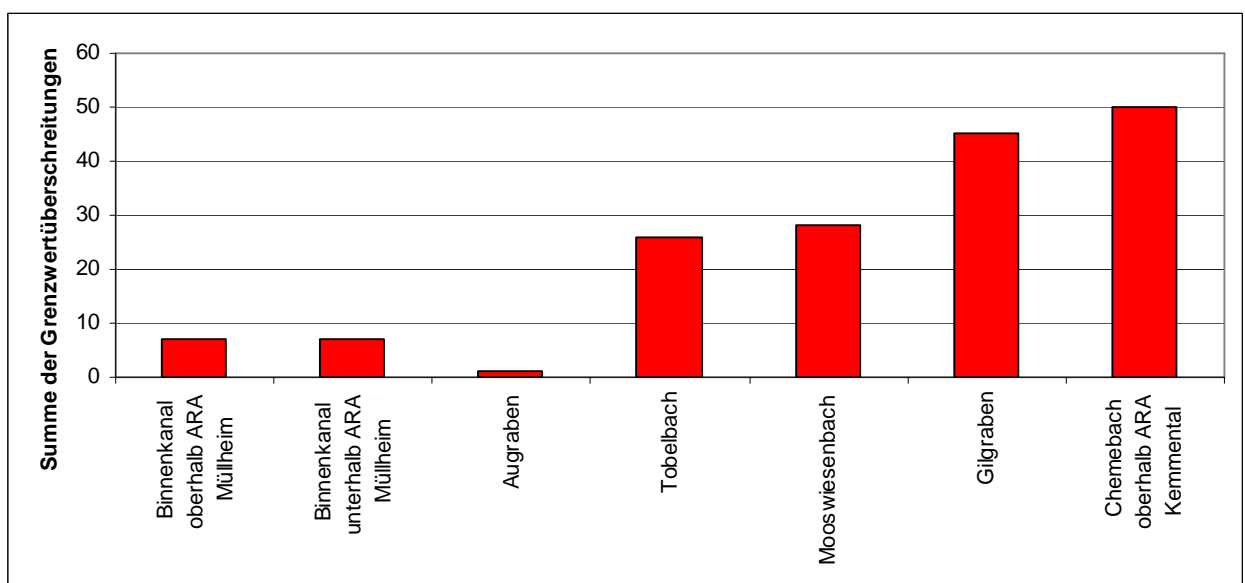


Abb. 20 Summe der Grenzwertüberschreitungen (13 Probenahmen pro Probenahmestelle)

Die insgesamt 44 untersuchten Substanzen traten in sehr unterschiedlicher Häufigkeit und Konzentration auf. Spitzenreiter war das Herbizid Metolachlor, welches im Feldbau (u.a. Mais und Zuckerrüben) eingesetzt wird. In rund 35 % aller Proben wurde der Grenzwert von 0.1 µg/L überschritten. Bezüglich der Anzahl Grenzwertüberschreitungen folgen die Herbizide Atrazin (Maisanbau), Metamitron (Zuckerrüben), Ethofumesat (Zucker- und Futterrüben) und Simazin (u.a. Mais sowie Obst- und Beerenbau). Einige PSM lagen in einem Konzentrationsbereich, bei welchem Wasserlebewesen geschädigt werden können. Besonders erwähnenswert sind die Befunde für das Insektizid Diazinon, das schon ab einer Konzentration von 0.003 µg/L für Wasserlebewesen giftig ist. In rund 25 % aller Proben lag der gemessene Diazinongehalt über 0.003 µg/L. Diazinon wird u.a. im Obst-, Beeren- und Zierpflanzenbau angewendet. Da nur Wochensammelproben untersucht wurden, können keine Aussagen zu den Maximalwerten in den Gewässern gemacht werden. Die Grundlagen für die ökotoxikologische Bewertung sind in Tab. 3 aufgeführt. In Tab. 3 sind auch die während der Untersuchungskampagne nachgewiesenen PSM aufgeführt. Die Resultate der Pflanzenschutzmittel-Untersuchungen und der biologischen Untersuchungen sind in den Abb. 22 bis 34 zusammengestellt.

Stoffgruppe	Wirkstoff	Anteil Werte > 0.1 µg/L	höchster Wert [µg/L]	¹⁾ Akute Toxizität [µg/L]	¹⁾ PNEC Chronische Toxizität [µg/L]	²⁾ Bewertung nach ETOX bzw. INERIS [µg/L]
Abbauprod. von Dichlorbenzyl	2,6 Dichlorbenzamid	2.2 %	0.13			
Herbizid	Atrazin	30.8 %	4.41	15	1.8	1.8-2.2
Repellent	DEET	0 %	0.04			71.3
Abbauprod. von Atrazin	Desethylatrazin	6.6 %	0.3			
Abbauprod. von Atrazin	Desisopropylatrazin	1.1 %	0.15			
Insektizid	Diazinon	2.2 %	0.26	0.14	0.003	0.015-0.037
Herbizid	Dichlobenil	0 %	0.01			
Herbizid	Dimethenamid	9.9 %	0.39			
Insektizid	Dimethoat	0 %	0.04	1.38	0.026	6.2
Herbizid	Diuron	7.7 %	0.15	1.3	0.15	0.05-0.43
Herbizid	Ethofumesat	20.9 %	2.11			24
Herbizid	Isoproturon	3.3 %	1.81	2.2	0.27	0.3
Herbizid	Linuron	0 %	0.06	2.6	0.32	0.25-7.0
Fungizid	Metalaxyl	0 %	0.03			120
Herbizid	Metamitron	30.8 %	3.73			0.1-4.0
Herbizid	Metazachlor	1.1 %	0.15	1.9	0.13	0.4
Herbizid	Metolachlor	35.2 %	1.26	4.4	0.3	0.4-7.8
Fungizid	Oxadicyl	0 %	0.07			
Fungizid	Penconazol	0 %	0.05			3.0
Herbizid	Pendimethalin	0 %	0.08			0.27
Insektizid	Permethrin	0 %	0.1			0.004-0.01
Insektizid	Pirimicarb	1.1 %	0.67			0.009-0.09
Herbizid	Propachlor	0 %	0.01	1.4	0.09	0.013
Herbizid	Propazin	0 %	0.02			0.25
Herbizid	Simazin	18.7 %	0.55	23	2.8	0.1-10
Herbizid	Terbutylazin	7.7 %	0.75	3.1	0.38	0.5
Herbizid	Terbutryn	0 %	0.03	1.4	0.17	0.03

Tab. 3: Resultate der Pflanzenschutzmittel-Untersuchungen in den Fließgewässern 2007
Da die Proben als Wochensammelproben entnommen wurden, ist für die Beurteilung der Werte die chronische Toxizität von Bedeutung

¹⁾ Daten aus: Chèvre, N. et al (2006): Pestizide in Schweizer Oberflächengewässern. Wirkungsbasierte Qualitätskriterien. gwa 4/06, p. 297–307

²⁾ Daten aus: ETOX: Informationssystem des deutschen Umweltbundesamtes für Ökotoxikologie und Umweltqualitätsziele sowie INERIS (L'Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques); France

3.3.1 Binnenkanal bei der ARA Müllheim

Ergebnisse und Interpretation

Obwohl das Abwasser der ARA Müllheim im Binnenkanal stark verdünnt wird, konnten die sehr hohen Metamitronfrachten aus der ARA vom 16. bis 22. April 2007 nachgewiesen. Während oberhalb der ARA in diesem Zeitraum kein Metamitron im Binnenkanal festgestellt wurde, lagen die Werte nach der ARA bei 0.25 µg/L. Der Vergleich, der im Binnenkanal und im ARA-Ablauf nachgewiesenen PSM zeigt jedoch, dass die im Binnenkanal festgestellten PSM grösstenteils nicht über die ARA, sondern diffus ins Gewässer gelangen (Abschwemmung, Auswaschung via Drainagen, Abdrift beim Sprühen).

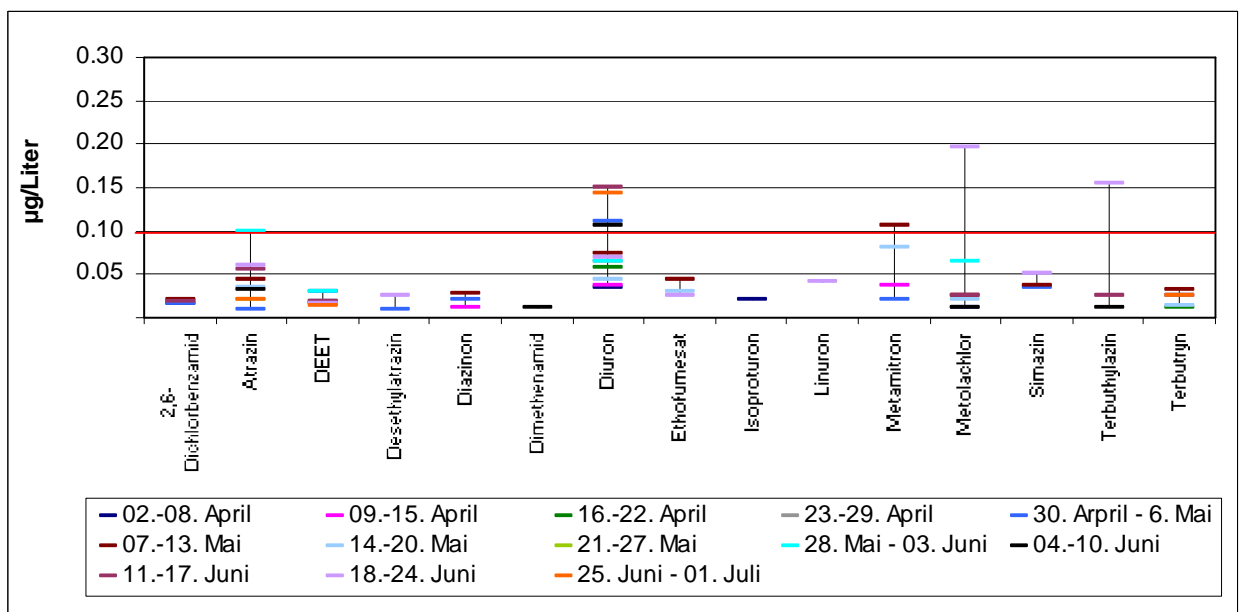


Abb. 21 Pflanzenschutzmittel-Konzentrationen im Binnenkanal rechts oberhalb der ARA Müllheim; rote Linie = maximal zulässiger Wert gemäss Gewässerschutzgesetzgebung

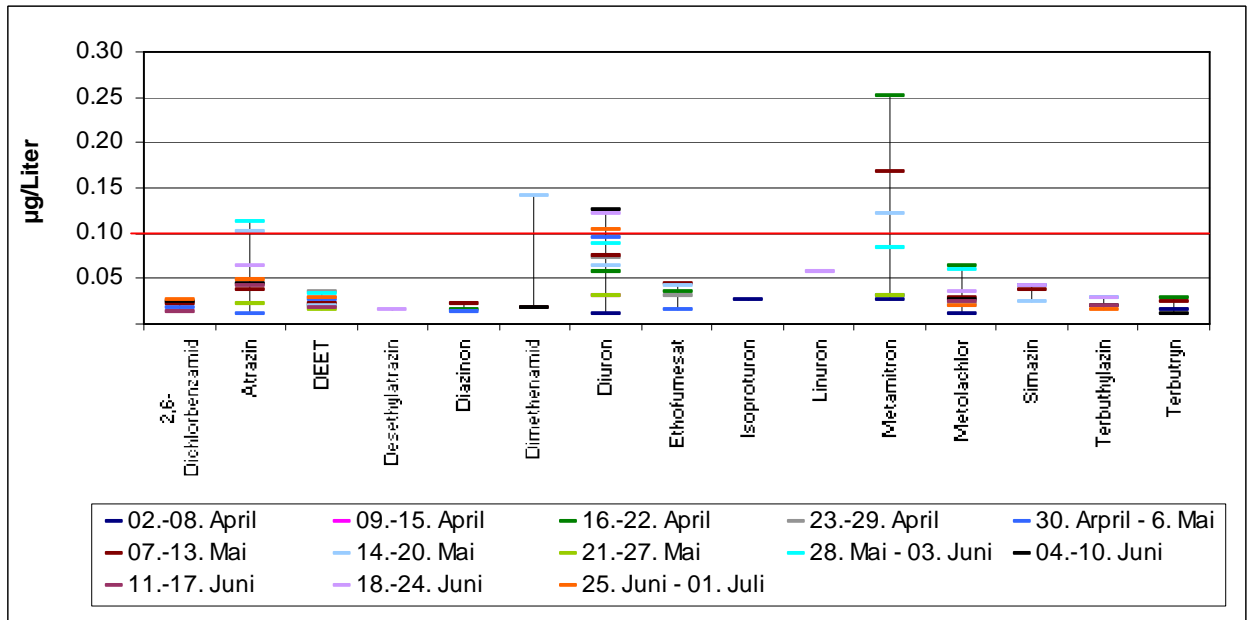


Abb. 22 Pflanzenschutzmittel-Konzentrationen im Binnenkanal rechts unterhalb der ARA Müllheim; rote Linie = maximal zulässiger Wert gemäss Gewässerschutzgesetzgebung

3.3.2 Chemebach

Normalerweise nimmt die Wasserqualität im Fließverlauf ab. Im Chemebach war dies genau umgekehrt. Der schlechteste BMWF-Index wurde an der obersten Stelle, bei Siegershausen festgestellt (s. Abb. 24). Auffällig ist auch, dass zwischen der Untersuchung vom 05.04.07 und derjenigen vom 04.06.07 der Index von 6.8 (mässige Wasserqualität) auf 4.4 (schlechte Wasserqualität) einbrach. Ein Vergleich mit den im Chemebach oberhalb der ARA Kemmental gefundenen Pflanzenschutzmittel liefert eine mögliche Erklärung. In der Woche vom 30.04. bis 06.05.2007 betrug die mittlere Konzentration von Diazinon 0.26 µg/L (s. Abb. 23). Diazinon ist bereits ab einer Konzentration von 0.14 µg/L akut toxisch für wasserwirbellose Kleinlebewesen. Gestützt wird diese Vermutung durch den Umstand, dass das vorgefundene Artenspektrum (Ebene Familie) von 10 auf 4 zurückging. Auffällig war auch, dass gänzliche Fehlen von Eintagsfliegenlarven im Sommer.

Von allen untersuchten Bächen zeigte der Chemebach oberhalb der ARA Kemmental die höchste Belastung durch Pflanzenschutzmittel (s. Abb. 20). Bei den einzelnen Substanzen wurden die zulässigen Konzentrationen teils massiv überschritten (s. Abb. 23). Die Resultate zeigen sehr deutlich, dass aus dem landwirtschaftlich intensiv genutztem Gebiet zu viele Pflanzenschutzmittel in den Chemebach gelangen.

Der Unterlauf des Chemebach zeigte ein indifferentes Bild. Häufig waren Arten, die als Zeiger für sauberes Wasser resp. verschmutztes Wasser dienen, gleichzeitig vorhanden.

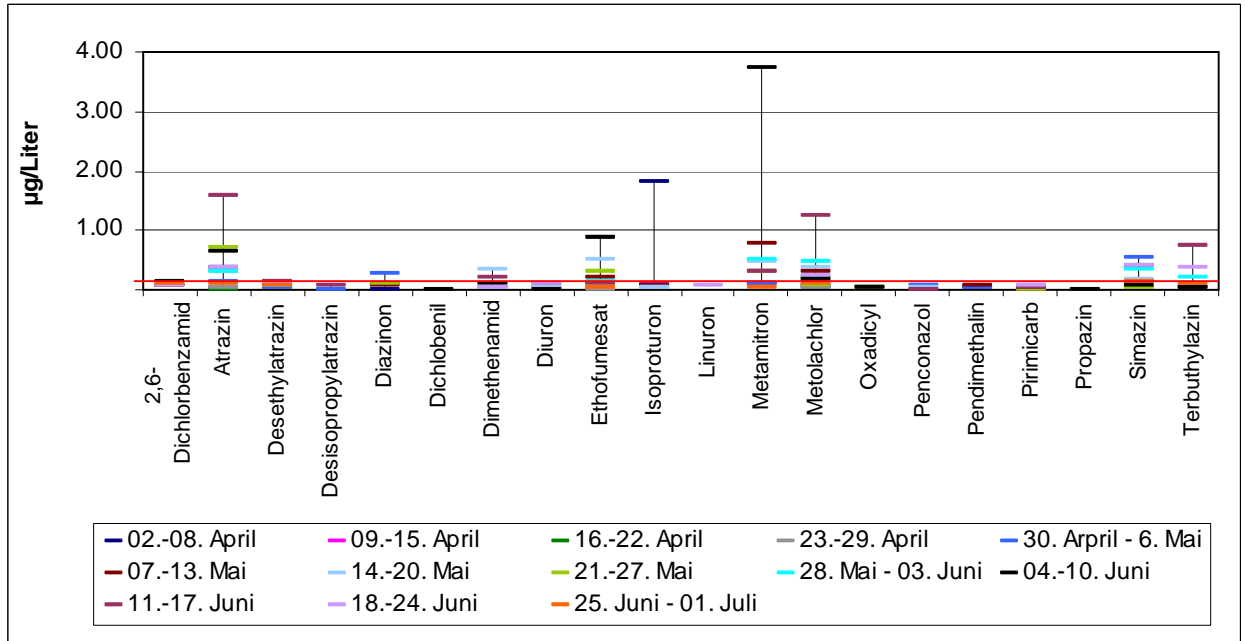


Abb. 23 Pflanzenschutzmittel-Konzentrationen im Chemebach oberhalb der ARA Kemmental; rote Linie = maximal zulässiger Wert gemäss Gewässerschutzgesetzgebung

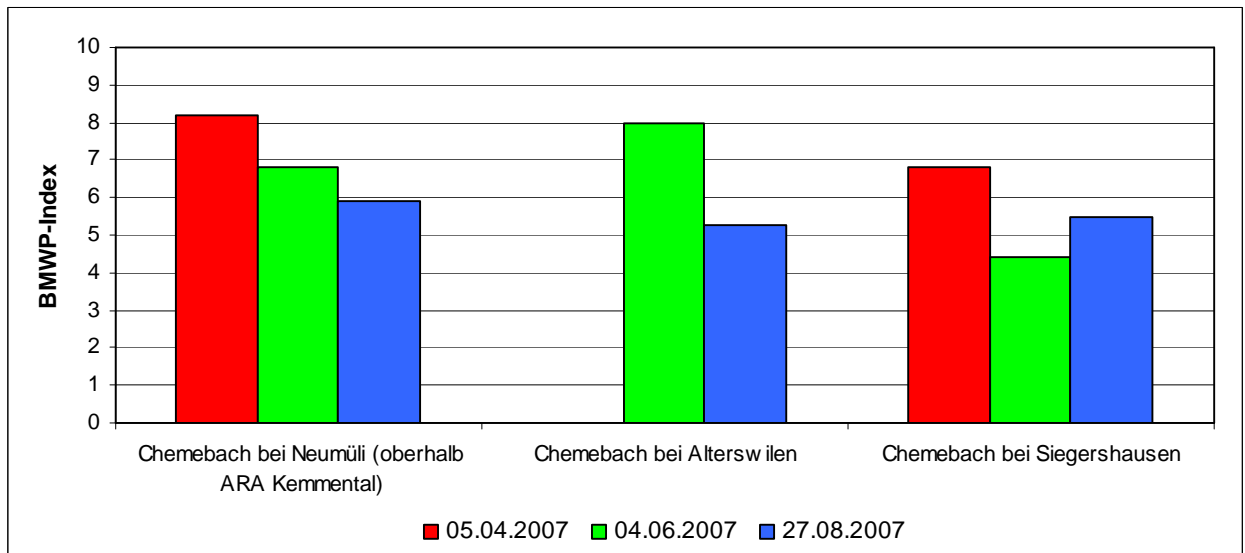


Abb. 24 BMWP-Index³ Oberlauf Chemebach (Gebiet Nr. 6 Abb. 18)

³ BMWP = Biological Monitoring Working Party

Index 1 stark verschmutzt, Index 10 sehr sauberes Wasser

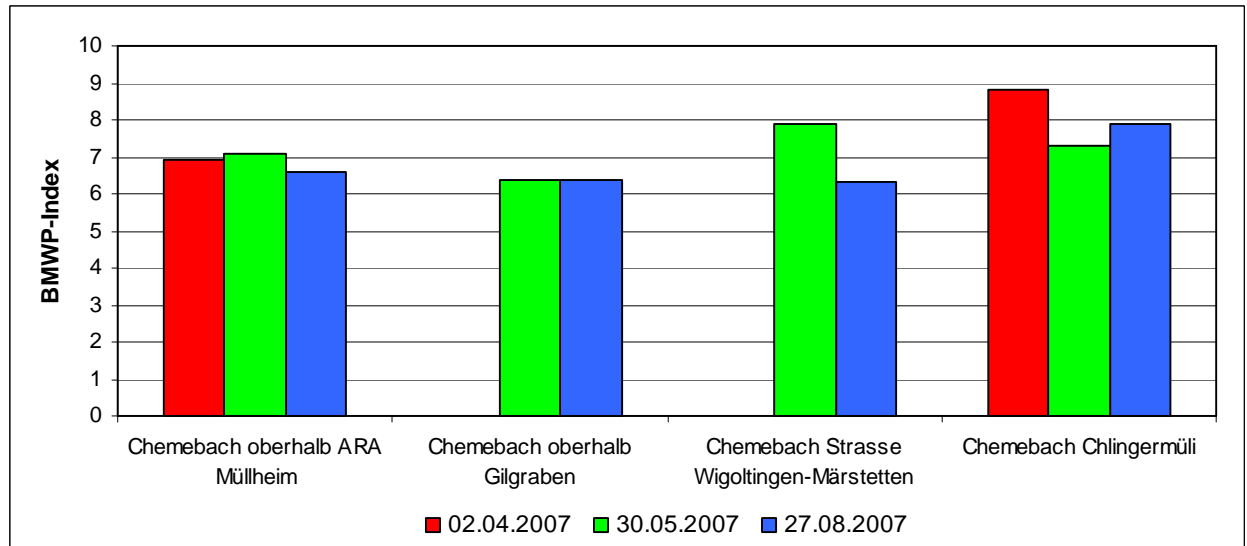


Abb. 25 BMWP-Index Unterlauf Chemebach (Gebiet Nr. 1 Abb. 18)
Index 1 stark verschmutzt, Index 10 sehr sauberes Wasser

3.3.3 Au graben

Der Au graben zeigte eine eher geringe Belastung durch Pflanzenschutzmittel. Der Grenzwert für PSM wurde einzig beim Insektizid Permethrin einmalig erreicht. Analog zu Diazinon liegt beim Permethrin die chronische Toxizität mit 0.004 bis 0.01 µg/L deutlich unter den gesetzlichen Qualitätszielen von 0.1 µg/L. Es wird sowohl in der Landwirtschaft wie auch als in der Nichtlandwirtschaft (Hausgärten etc.) eingesetzt. Da es in keiner weiteren Probe mehr nachgewiesen werden konnte, ist anzunehmen, dass die Verunreinigung aus nicht der landwirtschaftlichen Anwendung stammt.

Biologisch ist der Au graben vor allem im Mündungsbereich in einem sehr schlechten Zustand. Einerseits ist der Lebensraum hier stark beeinträchtigt. Andererseits deutet die Besiedlung der Wasserwirbellosen auf eine klar schlechte Wasserqualität hin. Dominant waren Schlammröhrenwürmer, Zuckmücken, Wasserasseln, alles Arten die auf verschmutztes, eher sauerstoffarmes Wasser hinweisen. Da der BMWP-Index im Jahresverlauf praktisch konstant bleibt, ist von einer chronischen, punktförmigen Belastungsquelle auszugehen.

Die Wasserqualität im Oberlauf des Au graben (s. Abb. 27, Hungerbühl) war im Frühjahr in Ordnung. Die Verschlechterung während der Sommermonate dürfte eine Folge der geringen Wasserführung gewesen sein. Auffällig war zudem das weite Spektrum an Arten mit geringer Tierdichte.

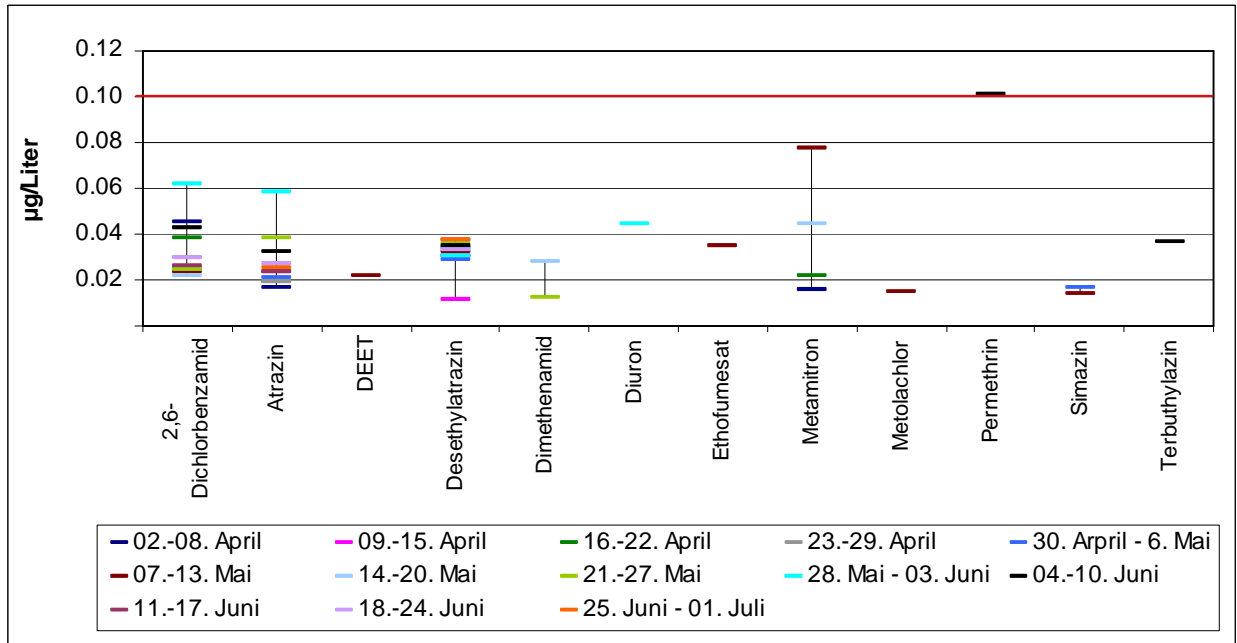


Abb. 26 Pflanzenschutzmittel-Konzentrationen im Augraben; rote Linie = maximal zulässiger Wert gemäss Gewässerschutzgesetzgebung

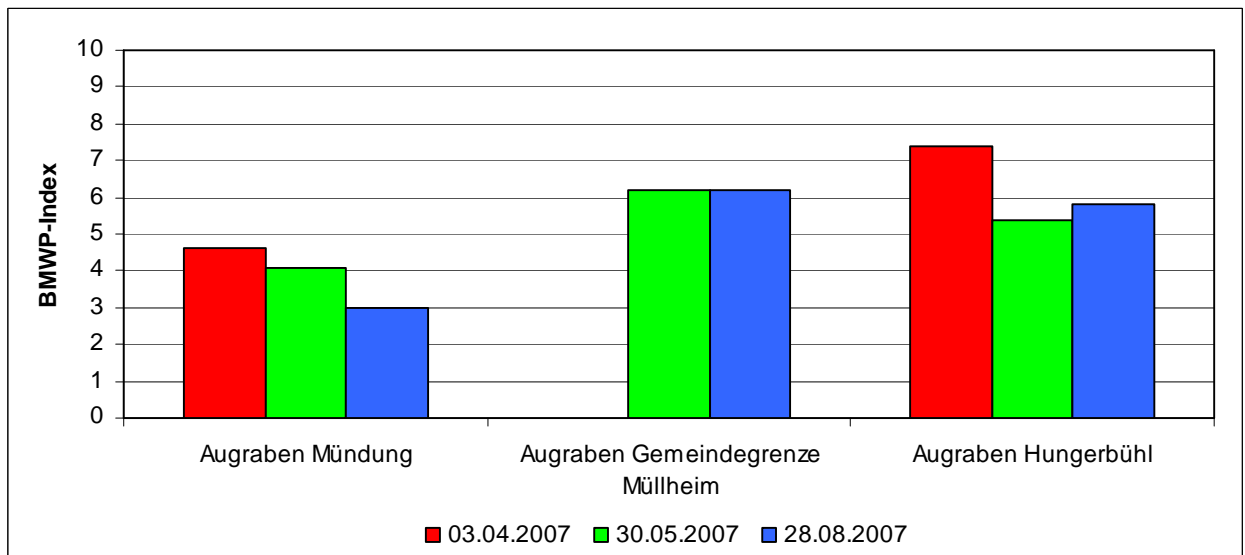


Abb. 27 BMWP-Index Augraben (Gebiet Nr. 2 Abb. 18)
Index 1 stark verschmutzt, Index 10 sehr sauberes Wasser

3.3.4 Tobelbach / Beerenbach

Der Tobelbach besitzt ein eher weit verzweigtes Gewässersystem. Im Frühjahr wiesen er und seine zufließenden Bäche eine gute biologische Wasserqualität auf. Im Jahresverlauf zeigte die Bewertung der Wasserwirbellosen eine abnehmende Tendenz.

Ausnahme ist der Beerenbach an der Stelle „oberhalb der Mündung in den Tobelbach“. Hier waren diejenigen Arten der Wasserwirbellosen, welche Zeiger für eine schlechte Wasserqualität sind, klar in der Überzahl. Die Resultate der Stelle „Beerenbach Weiher bei Wingarte“ und „Beerenbach oberhalb Mündung in den Tobelbach“ deuten auf eine punktförmige Belastungsquelle hin.

Generell war die Belastung dieses Gewässersystems durch Pflanzenschutzmittel mäßig. Die deutliche Verschlechterung des BMWP-Index im Bach von Illhart bei Riethalde Ende Sommer dürfte eine Folge eines PSM-Einsatzes sein. Zumindest zeigten die klassischen chemischen Untersuchungen (Nährstoffe usw.) keinerlei Hinweise auf eine Belastung durch Nährstoffe.

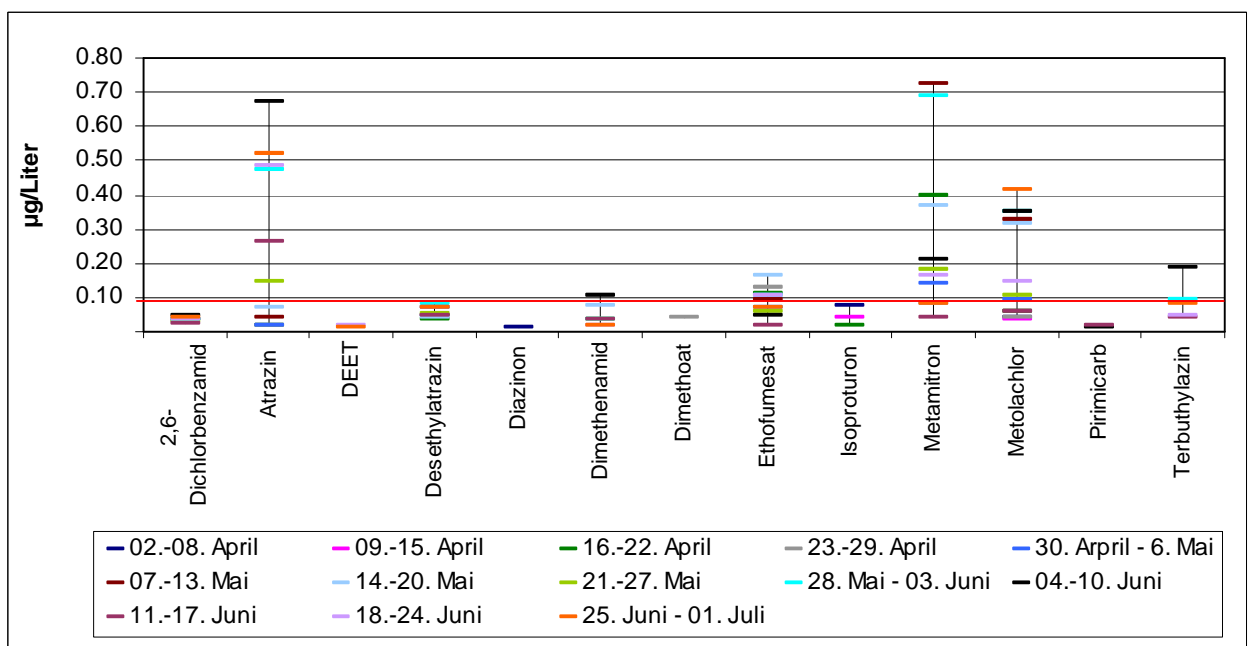


Abb. 28 Pflanzenschutzmittel-Konzentrationen im Tobelbach;
rote Linie = maximal zulässiger Wert gemäss Gewässerschutzgesetzgebung

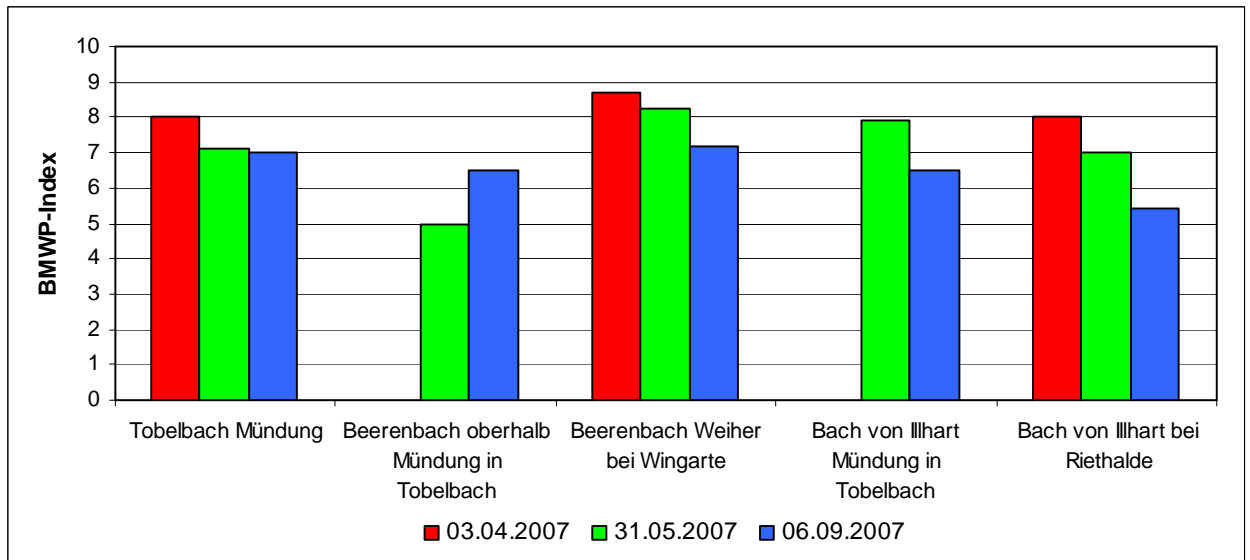


Abb. 29 BMWP-Index Tobelbach / Beerenbach (Gebiet Nr. 3 Abb. 18)
Index 1 stark verschmutzt, Index 10 sehr sauberes Wasser

3.3.5 Mooswiesenbach

Im Unterlauf zeigte der Mooswiesenbach (s. Abb. 31, Mündung in Aspibach) bereits im Frühjahr einen mässigen biologischen Zustand. Dies weist auf eine Nährstoffbelastung des Mooswiesenbachs hin. Im Verlauf des Sommers nahm die Wasserqualität im Oberlauf stark ab und nähert sich den Werten des Unterlaufs. Das Einzugsgebiet ist durch eine intensive Landwirtschaft geprägt. Dies zeigt sich auch in der Anzahl Grenzwertüberschreitungen durch Pflanzenschutzmittel. Der chronische Toxizitätswert für das im Feldbau (Zuckerrüben, Mais) eingesetzte Metolachlor wurde mehrmals überschritten. Besonders hervorzuheben ist auch der einmalig hohe Wert von 0.67 µg/L des Insektizides Primicarb, der zwischen dem 16.-22.04.07 gemessen wurde. Pirimicarb wird im Obst- resp. Gemüsebau jedoch auch in Hausgärten eingesetzt. Die chronische Toxizität bewegt sich in einem Bereich um 0.009 bis 0.09 µg/L. An anderen Untersuchungsstellen wurde es relativ selten und in wesentlich tieferen Konzentrationen nachgewiesen.

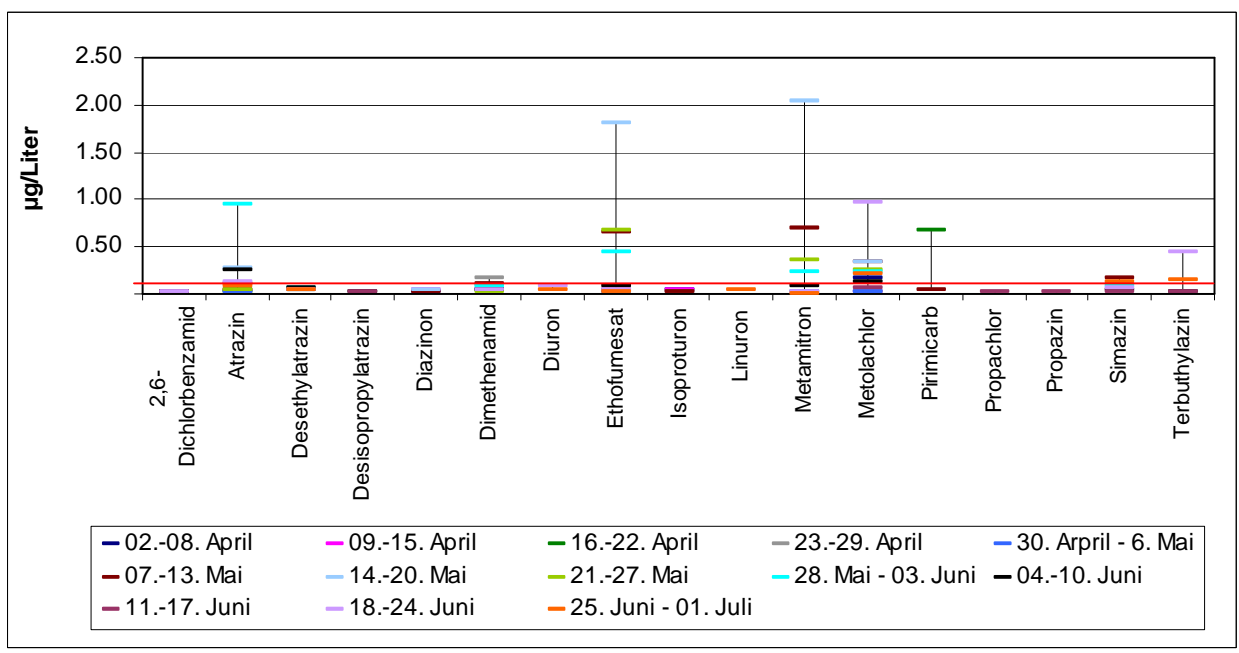


Abb. 30 Pflanzenschutzmittel-Konzentrationen im Mooswiesbach
rote Linie = maximal zulässiger Wert gemäss Gewässerschutzgesetzgebung

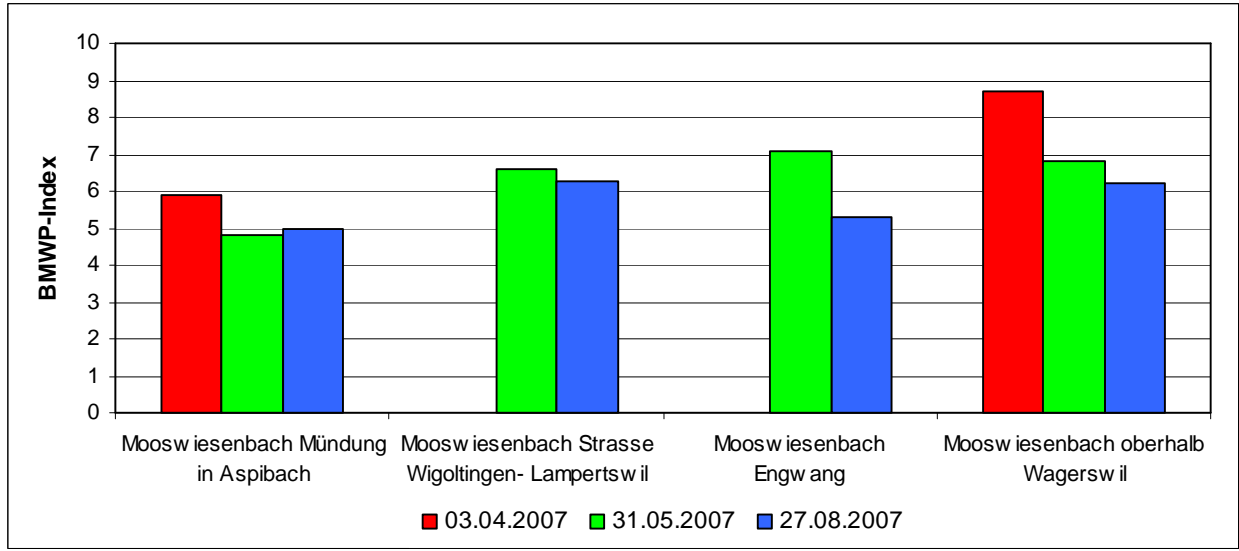


Abb. 31 BMWP-Index Mooswiesbach (Gebiet Nr. 4 Abb. 18)
Index 1 stark verschmutzt, Index 10 sehr sauberes Wasser

3.3.6 Gilgraben

Eine aussagekräftige biologische Beurteilung ist im Gilgraben schwierig, da er im Unterlauf periodisch trocken fällt und sich keine typische Besiedlung entwickeln kann. Auffällig ist jedoch, dass der Oberlauf (Gilgraben Ottenberg) bereits im Frühjahr eine mässige Qualität aufweist, die im Jahresverlauf weiter abnimmt.

Der Gilgraben ist deutlich durch Pflanzenschutzmittel belastet (s. Abb. 20). Der chronische Toxizitätswert wurde von den Mitteln Atrazin, Diazinon und Metolachlor teils mehrfach überschritten (s. Tab. 3).

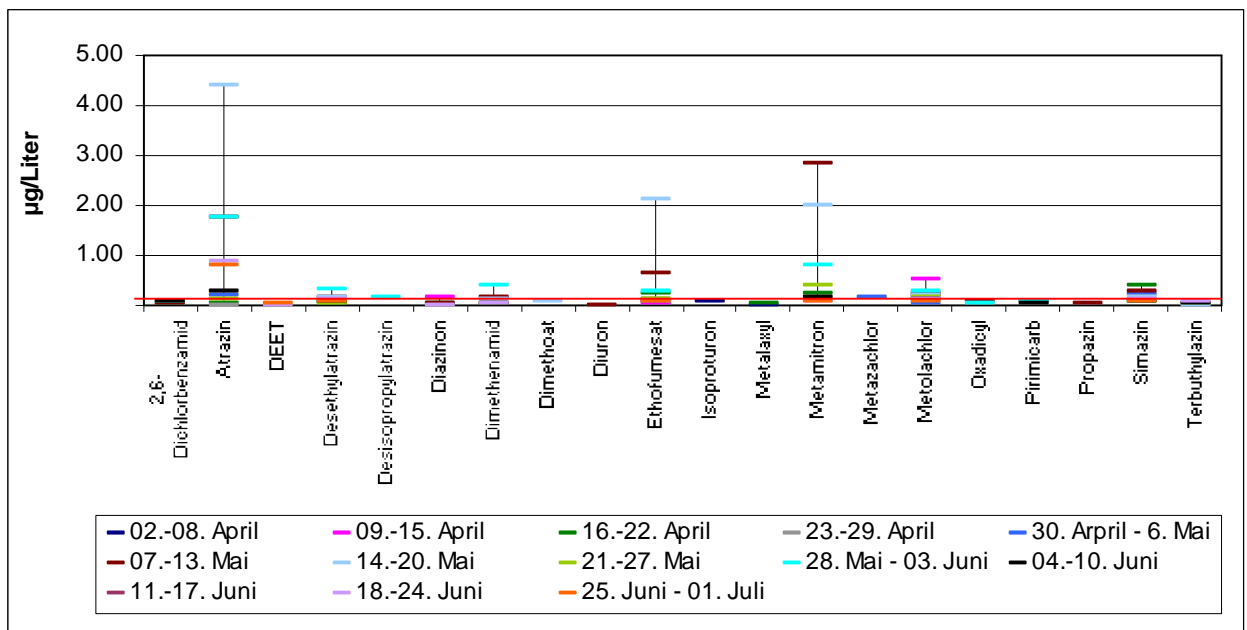


Abb. 32 Pflanzenschutzmittel-Konzentrationen im Gilgraben
rote Linie = maximal zulässiger Wert gemäss Gewässerschutzgesetzgebung

34/36

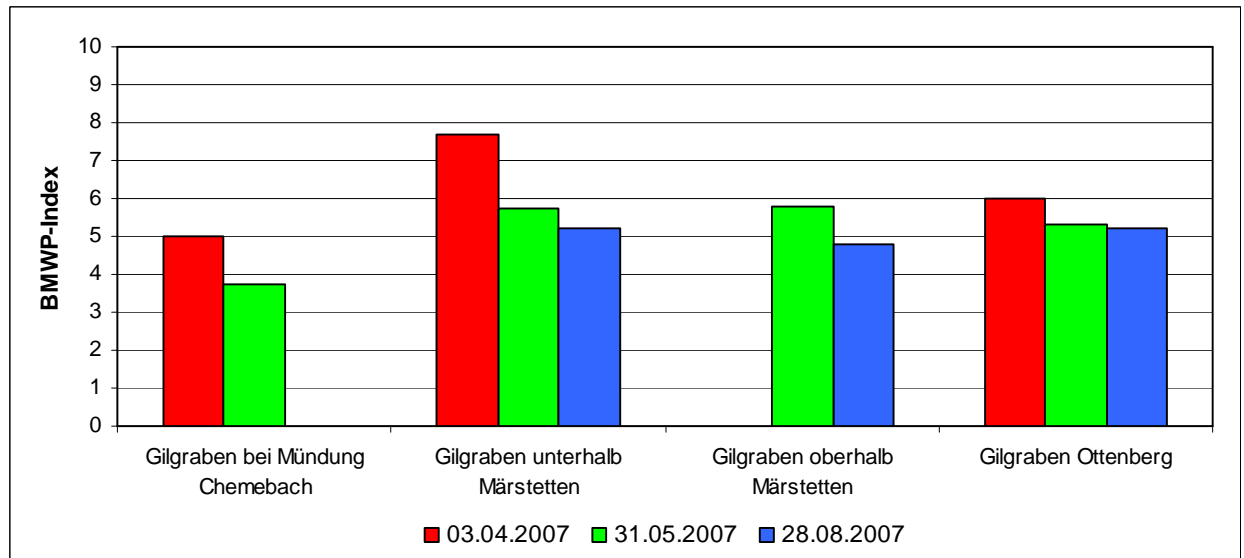


Abb. 33 BMWP-Index Gilgraben (Gebiet Nr. 5 Abb. 18)
 Index 1 stark verschmutzt, Index 10 sehr sauberes Wasser

4 Schlussfolgerungen / Handlungsbedarf

Die Untersuchungen haben gezeigt, dass bei den untersuchten Fliessgewässern teils sehr hohe Pflanzenschutzmittel-Konzentrationen auftraten. Bei den Insektiziden wurden regelmässig Werte nachgewiesen, die für Wasserwirbellose (Makrozoobenthos) bereits toxisch sind. Auch bei den Herbiziden lagen die Gehalte regelmässig im toxischen Bereich (s. Tab. 3).

Der Vergleich der Resultate aus den Pflanzenschutzmittel-Untersuchungen und den biologischen Untersuchungen lässt den Schluss zu, dass PSM-Konzentrationen, wie sie bei den Untersuchungen im Jahr 2007 gefunden wurden, das Makrozoobenthos in den Fliessgewässern schädigen. Offen ist, in welchem Umfang, da andere Faktoren wie die Belastung durch Nährstoffe, naturfremde Lebensräume oder auch witterungsbedingte Faktoren wie Trockenheit den biologischen Zustand eines Gewässers ebenfalls beeinflussen. Die Untersuchungen zeigen, dass unsere Fliessgewässer wesentlich stärker durch PSM belastet werden, als bisher angenommen wurde. Mit den durchgeführten Untersuchungen konnte gezeigt werden, dass sowohl die in den ARA-Abwässern als die in den Fliessgewässern nachgewiesenen PSM von der landwirtschaftlichen Nutzung im Untersuchungsgebiet abhängen (z.B. das Insektizid Diazinon in Gebieten mit Obstbau, das Herbizid in Gebieten mit Zuckerrübenbau).

Aufgrund der durchgeführten Untersuchungen lässt sich folgender Handlungsbedarf ableiten:

- Es ist auf Ebene Bund eine Methode zu erarbeiten, welche eine stoffspezifische Beurteilung der eingesetzten PSM ermöglicht. Zu berücksichtigen sind hier auch die Auswirkungen von Summeneffekten, d.h. welche ökotoxikologischen Auswirkungen zu erwarten sind, wenn in einem Gewässer mehrere PSM gleichzeitig auftreten.
- Ein wichtiger Eintrag von PSM in die Gewässer erfolgt über die Landwirtschaft. Hier sind mit der Landwirtschaft Massnahmen zu diskutieren, welche Möglichkeiten zur Verlustminderung ergriffen werden können.
- Die Eintrag via Hofplatzentwässerungen in die Gewässer oder ARAs durch unsachgemässe Spritzenreinigungen kann und muss unterbunden werden. Die Landwirte sind mit Hilfe einer Aufklärungskampagne über die korrekte Reinigung von Spritzgeräte aufzuklären.
- Neben der Landwirtschaft gelangen auch über Privathaushalte (Haus- und Schrebergärten) PSM zur ARA oder direkt in die Gewässer. Mit Hilfe einer Aufklärungskampagne sind die Gartenbesitzer über den sachgerechten Einsatz und die sachgerechte Entsorgung von PSM zu informieren.

Dank

Dem Personal der beprobten ARAs sei an dieser Stelle herzlich für ihre tatkräftige Unterstützung bei den Probenahmen gedankt. Ohne ihren Einsatz wären die Untersuchungen nicht durchführbar gewesen. Ein weiterer Dank geht an Pierre Grob und Otmar Fäh vom Amt für Umwelt für die Durchführung der Vorbereitungsarbeiten und der Probenahmen sowie an Dr. Hermann Brenner, Bildungs- und Beratungszentrum Arenenberg für die fachliche Unterstützung bei der Auswahl der Pflanzenschutzmittel.

Glossar

- **BMWP** (Biological Monitoring Working Party Index): Bestimmte Makroinvertebratenfamilien werden anhand ihrer Empfindlichkeit gegenüber organischer Belastung eingestuft. Der BMWP ist die Summe der vergebenen Werte aller in einer Taxaliste vorkommenden Familien. Jede Familie wird nur einmal gezählt, unabhängig von der Anzahl der vorhandenen Arten.
- **Fungizide**: Sind Substanzen, die zum Abtöten von störenden oder schädlichen Pilzen oder ihrer Sporen verwendet werden.
- **Herbizide**: Sind Substanzen, die zum Abtöten von störenden oder schädliche Pflanzen verwendet werden. Man unterscheidet zwischen selektiven Herbiziden, die gegen bestimmte Pflanzen wirken und Totalherbiziden, die gegen alle Pflanzen wirken.
- **Insektizide**: Sind die Substanzen, die zum Abtöten von störenden oder schädlichen Insekten und deren Entwicklungsstadien verwendet werden.
- **Makroinvertebraten**: Sind von blossem Auge sichtbare wirbellose Kleinlebewesen, welche die Gewässersohle und die dort wachsenden Pflanzen wie Moose und Algen besiedeln. Es handelt sich dabei besonders um Insekten und ihre Larven, Flohkrebse, Milben, Schnecken und Muscheln, Egel und Würmer. Diese kleinen Tiere sind wichtige Glieder in der Nahrungskette und eignen sich ausserdem hervorragend als Bioindikatoren.
- **PNEC** (Predicted no-effect concentration): Der PNEC ist die vorausgesagte Konzentration eines Schadstoffes in der Umwelt, unterhalb welcher keine schädlichen Auswirkungen zu erwarten sind.